MEMORIE

DELL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI.

VOLUME VII.

MILANO

—

1859

MEMORIE

DELL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

F. 1104. F.

VOL. VII. — FASC. I.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1858

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali.

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

S 1104. F 12.

MEMORIE

DEL R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOLUME SETTIMO

PRIMO DELLA SECONDA SERIE

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1859.

Articolo XII del Regolamento organico.

Ogni autore è in principalità garante delle proprie produzioni che vengono lette all'Istituto od inserite nella raccolta degli Atti, e specialmente in riguardo alle attenenze scientifiche delle medesime.

MEMBRI

DELL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

AL GENNAJO 1859.

PRESIDENZA

VERGA, *Presidente.*

VACANI DI FORT' OLIVO barone CAMILLO, *Vicepresidente.*

CANTÙ, *Segretario.*

CURIONI, *Vicesegretario.*

MEMBRI ONORARJ

S. A. I. R. l'arciduca FERDINANDO MASSIMILIANO, principe imperiale, principe reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, governatore generale del regno Lombardo-Veneto, viceammiraglio e comandante superiore della marina, ecc.

S. A. I. R. l'arciduca FRANCESCO CARLO GIUSEPPE, principe imperiale, principe reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, gran croce dell'ordine reale di S. Stefano d'Ungheria, ecc.

S. A. I. R. l'arciduca GIOVANNI BATTISTA GIUSEPPE FABIANO SEBASTIANO, principe imperiale, principe reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, gran croce dell'Ordine militare di Maria Teresa, dell'Ordine imperiale austriaco di Leopoldo, ecc.

S. A. I. R. l'arciduca LUIGI GIUSEPPE ANTONIO, principe imperiale, principe reale d'Ungheria e di Boemia, ecc., cav. del Toson d'oro, gran croce dell'Ordine reale di S. Stefano d'Ungheria, ecc.

S. A. I. R. l'arciduca Leopoldo Lodovico Maria Francesco Giulio Eustachio Gerardo, cav. del Toson d'oro e del real Ordine sardo dell'Annunziata, gran croce dell'Ordine Costantiniano di S. Giorgio di Parma, ecc.

S. A. S. il principe Clemente Venceslao Lottario di Metternich-Winneburg, grande di Spagna di prima classe, cav. del Toson d'oro, gran croce dell'Ordine reale di S. Stefano d'Ungheria (in brillanti), gran croce dell'Onor Civile, ecc.

S. E. il conte Francesco Antonio di Kolowrat-Leibsteinsky, cav. del Toson d'oro, gran croce dell'Ordine imperiale austriaco di Leopoldo, croce d'oro dell'Onor Civile, balio onorario e gran croce dell'Ordine sovrano di S. Giovanni di Gerusalemme, ecc.

S. E. il conte Francesco di Hartig, gran croce dell'Ordine imperiale austriaco di Leopoldo, cav. di prima classe dell'Ordine imperiale austriaco della Corona di ferro, ecc.

S. E. il conte Leone di Thun-Hohenstein, cav. di più Ordini, ministro del culto e dell'istruzione pubblica, ecc.

S. E. il barone Alessandro di Bach, cav. di più Ordini, ministro dell'interno, ecc.

S. E. il barone Andrea Baumgartner, presidente dell'Accademia imperiale delle scienze in Vienna, ecc.

S. E. il conte Michele di Strasoldo, I. R. luogotenente del ducato di Stiria, ecc.

S. E. il conte Francesco Gyulai di Maros-Nemeth e Nadaska, generale d'artiglieria, I. R. comandante della II armata, e comandante generale per il regno Lombardo-Veneto, la Carinzia, la Carniola e il Litorale, ecc.

S. E. il barone Federico Maurizio di Burger, cav. di prima classe dell'Ordine imperiale austriaco della Corona di ferro, gran croce dell'Ordine pontificio di S. Gregorio Magno e di quelli dell'Aquila estense di Modena e di S. Lodovico di Parma, I. R. luogotenente di Lombardia.

S. E. monsignore Bartolomeo Carlo Romilli, prelato domestico di S. S., assistente al soglio pontificio, gran dignitario, cappellano della Corona di ferro del regno Lombardo-Veneto, cav. di prima classe dell'Ordine imperiale austriaco della Corona di ferro, arcivescovo di Milano.

Vacani di Fort'Olivo barone Camillo, cav. di seconda classe dell'Ordine imp. austriaco della Corona di ferro e dell'Ordine imperiale russo di S. Anna, cav. di terza classe di quello di S. Valdimiro, cav. della legion d'onore di Francia, dell'Ordine spagnuolo di Carlo III, cav. di prima classe di S. Lodovico di Parma, commendatore di quello di S. Giuseppe di Toscana, tenente-maresciallo, membro onorario dell'istituto e dell'Ateneo veneti, e delle Accademie di belle arti di Milano e di Venezia, Firenze, Carrara, ecc.

Manzoni nobile Alessandro, socio onorario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, ecc.

MEMBRI EFFETTIVI

(*Nominati e pensionati il* 26 *novembre* 1839.)

Carlini Francesco, dottore in matematica, cav. dell'Ordine imperiale austriaco di Leopoldo, e del real Ordine sardo de'SS. Maurizio e Lazaro, socio onorario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, membro effettivo dell'imperiale Accademia delle scienze di Vienna, uno dei XL della Società Italiana delle scienze residente a Modena, associato estero delle Società reali delle scienze di Londra e di Gottinga, membro corrispondente dell'Istituto di Francia, della reale Accademia delle scienze di Berlino, della Pontificia de'Nuovi Lincei, ecc., primo astronomo e direttore dell'I. R. Osservatorio di Brera in Milano.

Bordoni Antonio, commendatore dell'Ordine di Francesco Giuseppe, cav. di terza classe dell'Ordine imperiale austriaco della Corona di ferro, membro dell'imperiale Accademia delle scienze di Vienna, socio onorario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, direttore della facoltà matematica presso l'I. R. Università di Pavia.

Panizza dottor Bartolomeo, cav. di terza classe dell'Ordine imperiale austriaco della Corona di ferro, membro corrispondente dell'imperiale Accademia delle scienze di Vienna, socio onorario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano e di varie altre nazionali e straniere, professore ordinario di anatomia umana nell'I. R. Università di Pavia.

Belli dottor Giuseppe, cav. della Corona di ferro e del real Ordine sardo de'SS. Maurizio e Lazaro, professore ordinario di fisica nell'I. R. Università di Pavia, membro corrispondente dell'imperiale Accademia delle scienze di Vienna, e socio di varie accademie scientifiche.

Ferrario padre Ottavio, cav. dell'Ordine imperiale austriaco di Francesco Giuseppe, *ex* provinciale dei Padri Ospitalieri, membro di varie accademie scientifiche.

(*Nom.* 26 *novembre* 1839. — *Pens.* 13 *luglio* 1844.)

De Cristoforis nobile Luigi, vicepresidente onorario della Società Universale di Londra, ecc.

(*Nom. e pens. il* 26 *settembre* 1840.)

Balsamo-Crivelli nobile Giuseppe, dottore in medicina e zoojatria, membro della Società geologica di Francia, socio corrispondente della reale Accademia delle scienze e della reale Società d'agricoltura di Torino, dell'Accademia Gioenia delle scienze naturali di Catania, dell'Accademia d'agricoltura, arti e commercio di Verona e dell'Ateneo di Brescia, conservatore del Museo civico di Milano, professore di zoologia e mineralogia, e supplente alla cattedra di storia naturale speciale nell'Università di Pavia.

(*Nom.* 26 *settembre* 1840. — *Pens.* 31 *maggio* 1850.)

Frisiani nobile Paolo, professore ordinario, secondo astronomo dell'I. R. Osservatorio di Brera in Milano, uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

(*Nom.* 26 *settembre* 1840.)

Ghérardini dottor Giovanni.

(*Nom.* 21 *gennajo* 1843. — *Pens.* 25 *aprile* 1846.)

Ambrosoli professore Francesco, consigliere straordinario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, ecc.

(*Nom.* 21 *gennajo* 1843. — *Pens.* 13 *luglio* 1844.)

Zambelli nobile dottore Andrea, professore ordinario di scienze e leggi politiche nell'I. R. Università di Pavia, socio corrispondente dell'Ateneo Italiano, della Società de' Georgofili di Firenze, dell'Accademia delle scienze di Torino, della Pontificia Accademia romana d'archeologia, della Pontaniana di Napoli.

(*Nom.* 21 *gennajo* 1843. — *Pens.* 31 *maggio* 1850.)

Borgnis dottor Giuseppe Antonio, cav. del reale Ordine sardo de' SS. Maurizio e Lazaro, professore emerito di matematica applicata nell'I. R. Università di Pavia.

(*Nom. M. E. dell'Ist. Ven.* 16 *gennajo* 1844, e *pens.* 10 *giugno* 1851. — *Aggreg. all'Ist. Lomb.* 16 *dicembre* 1857.)

Poli dottor Baldassare, consigliere scolastico, professore emerito di filosofia e di storia della filosofia nell'Università di Padova, socio di varie accademie.

(*Nom.* 13 *luglio* 1844. — *Pens.* 31 *maggio* 1850.)

Lombardini ingegnere Elia, cav. di terza classe dell'Ordine imperiale austriaco della Corona di ferro, socio d'onore dell'I. R. Accademia di belle arti, corrispondente di varie società scientifiche, direttore emerito delle pubbliche costruzioni in Lombardia, ecc.

Curioni nobile dottor Giulio, membro di varie accademie scientifiche.

(*Nom.* 13 *luglio* 1844. — *Pens.* 12 *ottobre* 1854.)

Rossi dottor Francesco, bibliotecario dell'I. R. Biblioteca in Milano, membro corrispondente dell'Accademia imperiale delle scienze in Vienna.

Vittadini dottor Carlo, medico-chirurgo degli esposti, membro di varie accademie.

(*Nom. S. C.* 19 *dicembre* 1844, — *M. E.* 25 *aprile* 1846, — *Pens.* 11 *febbrajo* 1856.)

Gianelli don Giuseppe Luigi, dottor fisico I. R. consigliere di governo, professore emerito di medicina legale e polizia medica, membro onorario dell'Accademia di scienze, lettere e arti di Padova, della Società per l'incremento della medicina pubblica nel granducato di Baden, degli Atenei di Brescia, ecc., membro corrispondente della Società medica di Vienna, delle Accademie de' Lincei di Roma, medico-chirurgica di Torino, delle scienze dell'Istituto di Bologna, fisio-medico-statistica di Milano.

(*Nom. S. C.* 19 *dicembre* 1844, — *M. E.* 22 *settembre* 1846.)

Porta dottor Luigi, professore ordinario di clinica chirurgica e di terapia speciale nell'I. R. Università di Pavia, ecc.

(*Nom.* 15 *giugno* 1847.)

Jan Giorgio, cav. dell'Ordine Costantiniano di S. Giorgio di Parma, direttore del Museo civico di storia naturale in Milano, prof. emerito di botanica nella Università di Parma.

(*Nom. S. C.* 3 *marzo* 1841, — *M. E.* 19 *aprile* 1848, — *Pens.* 31 *maggio* 1850.)

Veladini ingegnere Giovanni, professore ordinario di matematica e vice-direttore dell'I. R. Ginnasio-Liceale di S. Alessandro in Milano, membro onorario della Società Italiana delle scienze, socio corrispondente della Società reale Borbonica, e dell'Istituto geologico di Vienna.

(*Nom. S. C.* 19 *dicembre* 1844, — *M. E.* 19 *aprile* 1848, — *Pens.* 11 *febbrajo* 1856.)

Verga dottor Andrea, direttore dell'Ospedale Maggiore di Milano, membro della Commissione sanitaria permanente presso l'I. R. Luogotenenza, socio di varie accademie scientifiche.

(*Nom. S. C.* 19 *dicembre* 1844, — *M. E.* 12 *ottobre* 1854, — *Pens.* 11 *febbrajo* 1856.)

Magrini dottor Luigi, professore di fisica nell'I. R. Ginnasio-Liceale di porta Nuova in Milano, socio onorario dell'Accademia fisio-medico-statistica, membro di varie altre accademie.

Polli dottor Giovanni, professore di chimica nell'I. R. Scuola reale superiore, socio d'onore dell'Ateneo di Brescia, socio corrispondente dell'Accademia medico- chirurgica di Ferrara, della Società economico-agraria di Perugia, dell'Accademia di medicina di Atene, della Società Harvejana di Londra, ecc., compilatore degli *Annali di chimica applicata alla medicina.*

(*Nom.* 12 *ottobre* 1854.)

Mainardi Gaspare, dottore in matematica, socio corrispondente dell'I. R. Istituto di scienze, lettere ed arti di Venezia, della pontificia Accademia de'nuovi Lincei, della reale di Upsal, uno dei XL della Società Italiana; anziano del collegio de'professori, professore ordinario di matematica pura sublime nell'I. R. Università di Pavia.

(*Nom. S. C.* 3 *marzo* 1841, — *M. E.* 12 *ottobre* 1854.)

Cattaneo dottor Francesco, professore d'architettura civile, stradale e idraulica nell'I. R. Università di Pavia.

(*Nom.* 12 *ottobre* 1854.)

Garovaglio Santo, dottore in chimica e medicina, professore ordinario di botanica, incaricato dell'insegnamento della fisica pei farmacisti nell'I. R. Università di Pavia, membro di varie accademie scientifiche.

(*Nom. S. C.* 19 *dicembre* 1844, — *M. E.* 12 *ottobre* 1854.)

Strambio dottor Giovanni, medico municipale, socio corrispondente della Società medica di Livorno, e d'altre accademie.

Biondelli dottor Bernardino, direttore dell'I. R. Gabinetto numismatico, professore d'archeologia e numismatica, consigliere straordinario dell'I. R. Accademia di belle arti in Milano, membro onorario del R. Istituto di scienze, ecc. de'Paesi Bassi, della Società filologica di Londra, della reale Accademia archeologica nazionale di Madrid, della reale Società archeologica di Copenhagen, delle Società storiche di Hannover e

di Agram, della reale Accademia di belle arti in Parma, e dell'Ateneo di Bergamo; socio corrispondente dell'Istituto archeologico di Roma, della Società orientale di Francia, dell'Ateneo di Venezia, e di molte altre accademie.

(*Nom. S. C.* 25 *agosto* 1853, — *M. E.* 12 *ottobre* 1854.)

Codazza dottor Giovanni, professore ordinario di geometria descrittiva nell'I. R. Università di Pavia, socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino.

(*Nom. S. C.* 3 *marzo* 1841, — *M. E.* 11 *febbrajo* 1856.)

Possenti ingegnere Carlo.

(*Nom. S. C.* 17 *agosto* 1854, — *M. E.* 11 *febbrajo* 1856.)

Cantù Cesare, cav. della Legion d'onore e d'altri Ordini, commendatore del reale Ordine del Cristo di Portogallo, membro di molte accademie.

(*Nom. S. C.* 25 *agosto* 1853, — *M. E.* 11 *febbrajo* 1856.)

Cornalia dottor Emilio, socio corrispondente dell'Accademia de' Georgofili di Firenze, membro della Società geologica di Francia, della Società imperiale d'acclimatazione, della Società zoologico-botanica di Vienna, direttore aggiunto presso il Museo civico di storia naturale in Milano, professore supplente per la storia naturale presso il civico ginnasio-liceale di Santa Marta in Milano, ecc.

(*Nom.* 11 *febbrajo* 1856.)

Gori dottor Pietro, I. R. consigliere aulico, cav. dell'Ordine imperiale austriaco di Leopoldo, ecc.

(*Nom. S. C.* 26 *luglio* 1855. — *M. E.* 23 *marzo* 1857.)

Brioschi Francesco, dottore in matematica, socio corrispondente dell'Accademia R. di Torino, professore ordinario di matematica applicata nell'I. R. Università di Pavia.

(*Nom.* 23 *marzo* 1857.)

Jacini dottor Stefano, socio corrispondente dell'Accademia de' Georgofili di Firenze.

(*Nom. S. C.* 19 *dicembre* 1844. — *M. E.* 19 *gennajo* 1858.)

Restelli avvocato Francesco.

(*Nom. S. C.* 17 *agosto* 1854. — *M. E.* 19 *gennajo* 1858.)

Sacchi dottor Giuseppe, decorato della medaglia d'oro del merito civile, segretario dell'I. R. Ispettorato delle Scuole elementari in Milano, ecc.

(*Nom. S. C.* 8 *settembre* 1857. — *M. E.* 19 *gennajo* 1858.)

Casorati dottor Francesco, già supplente di patologia e materia medica presso l'Università di Pavia.

SOCJ CORRISPONDENTI IN LOMBARDIA

(*Nom.* 3 *marzo* 1841.)

Cenedella dottor Attilio, chimico-farmacista dell'Ospedale maggiore di Brescia.

Pezzarossa sacerdote Giuseppe, professore nel seminario vescovile di Mantova.

Arrivabene ingegnere Antonio: in Mantova.

Cossa nobile Giuseppe, dottore in matematica, socio ordinario dell'Accademia fisio-medico-statistica, socio d'onore dell'Ateneo di Brescia, membro di varie accademie, primo sotto-bibliotecario dell'I. R. Biblioteca di Brera, professore di paleografia e diplomatica: in Milano.

Turroni Girolamo, professore ordinario di storia universale ed austriaca, ecc. nell'I. R. Università di Pavia.

Piantanida dottor Carlo, già direttore dell'Ospedale maggiore e LL. PP. uniti di Milano, membro corrispondente della Società medica di Vienna, ecc.: in Milano.

(*Nom.* 19 *dicembre* 1844.)

De Billi dottor Felice, nobile di Sandorno, cav. dell'Ordine pontificio di S. Gregorio Magno, professore ord. presso l'I. R. Scuola d'ostetricia, socio onorario dell'Accademia fisio-medico-statistica, membro di varie accademie scientifiche: in Milano.

Krentzlin nobile ingegnere Galeazzo, emerito aggiunto per le acque presso l'I. R. Direzione Lombarda delle pubbliche costruzioni: in Milano.

(*Nom.* 25 *agosto* 1853.)

Cavalleri padre Giovanni Maria, socio ordinario dell'Accademia fisio-medio-statistica e della Società geologica di Milano, professore di fisica nel collegio de'Barnabiti in Monza.

Bussedi dottore Giovanni Maria, I. R. consigliere di Luogotenenza, professore emerito, bibliotecario e direttore della facoltà filosofica presso l'I. R. Università di Pavia.

Maggi dottor Pietro Giuseppe: in Milano.

(*Nom.* 17 *agosto* 1854.)

Castiglioni dottor Cesare, direttore dell'Ospedale de'pazzi, membro di varie accademie: in Milano.

Durini dottor Angelo, membro di varie accademie: in Milano.

Hajeck dottor Camillo, socio ordinario dell'Accademia fisio-medico-statistica, professore ordinario di fisica e meccanica nell'I. R. Ginnasio-Liceale di S. Alessandro in Milano.

(*Nom.* 26 *luglio* 1855.)

Tatti ingegnere Luigi, socio d'arte dell'Accademia di belle arti: in Milano.

Strambio dottor Gaetano, compilatore della *Gazzetta medica italiana* (*Lombardia*), medico ordinario dell'orfanotrofio femminile, vaccinatore municipale, socio delle Accademie mediche di Napoli, di Bologna, di Genova, di Costantinopoli, di Rovigo: in Milano.

Corvini dottor Lorenzo, socio onorario dell'Accademia fisio-medico-statistica, professore presso l'I. R. Istituto Veterinario di Milano.

Biffi dottor Serafino, direttore del privato manicomio *Villa Antonini*, socio onorario dell'Accademia fisio-medico-statistica: in Milano.

(*Nom.* 8 *settembre* 1857.)

Carcano dottor Giulio: in Milano.

Cusani marchese Luigi, dottore in matematica: in Milano.

Griffini dottor Romolo, compilatore degli *Annali di medicina*, medico aggiunto presso l'Ospedale Maggiore, socio ordinario dell'Accademia fisio-medico-statistica, corrispondente dell'Accademia imperiale di medicina di Costantinopoli: in Milano.

Nava dottor Davide, istruttore al laboratorio chimico presso la Società d'Incoraggiamento d'arti e mestieri: in Milano.

Pasi dottor Carlo, professore supplente alla cattedra di economia rurale presso l'Università di Pavia.

Pirovano dottor Giovanni, ingegnere in capo; ispettore de' canali camerali presso l'I. R. Direzione Lombarda delle pubbliche costruzioni: in Milano.

Platner dottor Camillo, professore di medicina legale e polizia medica presso l'Università di Pavia.

(*Nom.* 9 *maggio* 1858.)

Cagnoni ingegnere Alessandro: in Milano.

Gasparrini Guglielmo, professore ordinario di storia naturale nell'Università di Pavia.

Peluso nobile dottor Francesco: in Milano.

Robolotti dottor Francesco: in Cremona.

SOCJ CORRISPONDENTI FUORI DI LOMBARDIA

Alessandrini dottor Antonio, professore di anatomia comparata nell'Università di Bologna.

Amici cav. Giambattista, professore d'astronomia nell'I. R. Museo di storia naturale in Firenze.

Berghaus professore Enrico. - Gotha.

Bertoloni cav. Antonio, professore di botanica nell'Università di Bologna.

Biot cav. professore Giovanni Battista. - Parigi.

Buffalini cav. Maurizio, professore di clinica medica nell'arcispedale di Santa Maria Novella a Firenze.

Bunsen Roberto Guglielmo, chimico. - Heidelberg.

Cesati barone Vincenzo, membro di varie accademie.

Chiozza Luigi, già membro effettivo di questo Istituto, e professore di chimica tecnica presso la Società d'Incoraggiamento d'arti e mestieri in Milano. - Trieste.

Colombini ingegnere Francesco.

Czoernig (di) barone dottor Carlo, caposezione nell'I. R. Ministero del commercio a Vienna. - Vienna.

De Beaumont Elia, geologo, segretario perpetuo dell'Accademia delle scienze in Parigi.

De Filippi cav. Filippo, professore di zoologia e direttore del museo zoologico della Università di Torino.

De la Rive Augusto, professore di fisica nell'Accademia di Ginevra.

Delle Chiaje Stefano, professore di medicina a Napoli.

De Notaris cav. Giuseppe, professore di botanica nella R. Università di Genova.

Dumas Giambattista, chimico, membro dell'Istituto di Francia. - Parigi.

Faraday Michele, professore di chimica nell'Istituto R. della Gran Bretagna. - Londra.

Ferrero della Marmora conte Alberto, maggiore-generale, comandante della R. Scuola di marina, ecc. - Genova.

Flourens professore Giovanni Pietro, fisiologo, segretario perpetuo dell'Istituto di Francia.

Gallo professore Vincenzo, dottore in matematica ed ingegnere idrografo, professore anziano di astronomia nautica nelle Scuole nautiche de' litorali austriaci, ecc. - Trieste.

Gazzera abate cav. Costanzo, segretario della R. Accademia delle scienze di Torino.

Giorgini cav. Gaetano, soprintendente agli studj del granducato di Toscana, professore onorario e proveditore generale dell'I. R. Università di Pisa, ecc.

Haidinger cav. Guglielmo, direttore dell'I. R. Istituto geologico a Vienna.

Henry Giuseppe, segretario della Istituzione Smitshoniana. - Washington.

Humboldt barone Alessandro. - Berlino.

Hyrtl dottor Giuseppe, professore d'anatomia nell'Università di Vienna, e membro di quell'Accademia imperiale delle scienze.

Jacobi cav. M. H. - Pietroburgo.

Koelliker A., professore di anatomia e fisiologia a Würzburg.

Kreil cav. Carlo, direttore dell'I. R. Istituto centrale di meteorologia e magnetismo in Vienna, ecc.

Le Verrier professore Urbano, astronomo. - Parigi.

Liebig cav. professore Giusto, chimico. - Monaco.

Marianini cav. Stefano, professore di fisica nell'Università di Modena, presidente della Società Italiana delle scienze, ecc.

Matteucci cav. Carlo, professore di fisica nell'I. R. Università di Pisa.

Mazzarosa marchese Antonio, direttore della pubblica istruzione - Lucca.

Medici dottor Michele, professore di fisiologia nell'Università di Bologna, ecc.

Middendorff (De) dottor A., segretario perpetuo dell'Accademia delle scienze di Pietroburgo.

Mignet M., segretario dell'Istituto di Francia (scienze morali). - Parigi.

Moris cav. Giuseppe Giacinto, professore di materia medica e botanica nella R. Università di Torino.

Mossotti cav. Ottaviano Fabrizio, prof. di fisica e meccanica celeste nell'Università di Pisa.

Panizzi dottor Antonio, bibliotecario del Museo britannico, ecc. - Londra.

Pareto marchese Lorenzo. - Genova.

Pezzana commendatore Angelo, bibliotecario. - Parma.

Plana commendatore Giovanni, professore d'analisi nella R. Università di Torino.

Promis Carlo, regio archeologo, prof. di architettura civile nella R. Università di Torino.

Puccinotti professore Francesco. - Pisa.

Quetelet Adolfo, direttore dell'Osservatorio astronomico e segretario della R. Accademia delle scienze, ecc. di Bruxelles.

Ratzer Federico, professore di scienze storico-filosofiche nella R. Università di Berlino.

Regnault professore Enrico Vittore, fisico, membro dell'Istituto di Francia. - Parigi.

Ridolfi marchese Cosimo, professore di agraria e pastorizia. - Firenze.

Ritter Carlo, geografo. - Berlino.

Schroetter professore Antonio, segretario dell'Accademia imperiale delle scienze di Vienna.

Secchi padre Angelo, professore d'astronomia e direttore dell'Osservatorio del Collegio romano. - Roma.

Selys de Longchamps Edmondo. - Liegi.

Serra di Falco duca don Domenico. - Palermo.

Sismonda cav. Angelo, prof. di mineralogia e direttore del museo mineralogico dell'Università di Torino, membro del Consiglio universitario, uno dei XL della Società Italiana.

Studer Bernardo, professore di geologia nell'Università di Berna.

Taddei Gioachino, chimico. - Firenze.

Thierry Amedeo, storico, membro dell'Istituto imperiale di Francia, ecc. - Parigi.

Tiknoor Giorgio, storico. - Boston.

Wheatstone professore Carlo, fisico. - Londra.

MORTI

DOPO LA PUBBLICAZIONE DEL PRECEDENTE VOLUME.

D'Inzaghi S. E. il conte Carlo,
De Hammer-Purgstall barone Giuseppe,
Di Schwarzenberg S. A. il principe Carlo, } membri onorarj.
Radetzky S. E. il conte Giuseppe,

Casorati professore Francesco, membro effettivo.

Rusca conte Luigi,
Mora dottor Antonio, } socj corrispondenti in Lombardia.
Geromini dottor Felice,

Spinola marchese Massimiliano,
Repetti Emanuele,
Orioli professore Francesco,
Buonaparte principe Carlo Luciano, } socj corrispondenti fuori di Lombardia.
Cauchy barone Agostino,
Fuss Paolo Enrico.

MEMORIE

PENSIERI

SULLA

CONSISTENZA E SULLA DENSITA' DELLA CROSTA SOLIDA TERRESTRE,

E SOPRA ALCUNI FENOMENI CHE VI HANNO RELAZIONE

MEMORIA

DI

GIUSEPPE BELLI

PARTE TERZA.

APPLICAZIONI DIVERSE DELLE CONCLUSIONI PRECEDENTI.

ARTICOLO TERZO.

Applicazione alle eruzioni vulcaniche.

Letta il 21 agosto 1851 (*).

49. Se sono vere, come io ne avrei speranza, le conclusioni a cui io sono precedentemente arrivato in riguardo alla pressione esercitata continuamente dalla crosta terrestre sulla sottoposta materia fusa, e in riguardo all'altezza di questa ne' luoghi ove ha una superficie libera, è chiaro che di esse conclusioni è da tener conto nelle spiegazioni di que' fenomeni naturali che consistono in movimenti o dell'interno liquido terrestre o dell'inviluppo solido che il racchiude; alla qual classe sarebbero da riferirsi i fenomeni vulcanici, l'uscita dei terreni eruttivi nelle antiche epoche geologiche, e i tremuoti. E sarebbe anche da credere che tali spiegazioni, fatte così più giuste, debbano inoltre riuscir più chiare e più soddisfacenti. Io mi propongo appunto ne' seguenti articoli di applicare siffatte mie dottrine ai nominati fenomeni. I quali, se in qualche parte riescirannno meglio spiegati, non solo ne verranno vantaggiate le nostre cognizioni intorno ai medesimi, ma riusciranno altresì meglio assicurati i teoremi da me stabiliti. E prima mi occuperò delle eruzioni vulcaniche, aggiungendo diverse cose a quelle già toccate nel secondo articolo.

L'opinione ora più comune, e che pare anche la più consentanea ai fatti, rispetto alla provenienza delle lave versate dai vulcani, si è, che queste non sieno se non por-

(*) Vedi il volume III di queste Memorie, a pag. 161. — Di questo e de' seguenti articoli si è dato un sunto nella Gazzetta di Milano dei dì 30 agosto 1851, 4 marzo e 8 aprile 1852. Io ho steso in più articoli le applicazioni presenti, anzi che in uno solo come aveva divisato dapprincipio (§ 1), per essermi il lavoro cresciuto alquanto di mole, sia nella primitiva redazione, e sia per alcune aggiunte fatte nella pubblicazione.

zioni di quella materia fusa che si ammette aver esistito in tutti i tempi, e ancora esistere nell' interno del globo terrestre, e costituire la parte maggiore del medesimo. L'aumento progressivo cioè delle temperature sotterranee allo aumentarsi delle profondità, accertato in tutti i luoghi della superficie terrestre, si è creduto provenire da calorico che il nostro globo possegga sino dai primi tempi della sua esistenza, e che, ben lontano dall'essersi dissipato in tutta la serie dei tempi geologici o anteriori all'uomo, e in quella de' consecutivi tempi storici, si conservi ancora a un tale grado, da mantenere in istato di fusione la più gran parte della massa terrestre, cominciando da poche miglia di profondità (1). E una siffatta interna materia fusa, essendosi di tanto in tanto fatto strada attraverso alla inviluppante crosta solidificata, si ammette avere una volta formato le diverse materie eruttive, uscite nei tempi più antichi, e sparse in molti luoghi all'esterno del globo; come pure aver prodotta molta parte de' filoni e delle vene, che si veggono qua e là separare e quasi fendere la crosta medesima, e si stima altresì costituire le lave delle presenti eruzioni vulcaniche.

Il punto in cui i molti seguaci di questa opinione non si accordarono sì presto, fu in riguardo al modo dello uscir fuori essa lava dall' interno della terra. Una delle prime ipotesi immaginate a questo riguardo fu quella proposta dal celebre Cordier, il quale, come accennammo al § 4, attribuiva una tale uscita al restringimento della crosta terrestre pel suo successivo abbassarsi di temperatura, restringimento che egli credeva maggiore di quello che in pari tempo avesse luogo nel liquido racchiuso (2). Ho già detto esserglisi opposta la difficoltà che, secondo questa sua ipotesi, i vulcani dovrebbero gettar lava continuamente e tutti contemporaneamente (3). Aggiungo ora, che una tale ipotesi è in opposizione colla opinione del chiar. Elia De Beaumont, di presente molto abbracciata e al certo molto probabile, sulla causa del sollevarsi delle montagne e del deprimersi delle valli; giusta la quale l' interno nucleo liquido, nel suo restringersi in grazia del raffreddamento secolare, diminuirebbe di volume in maggior proporzione che non la capacità della crosta ove è contenuto; in conseguenza di che, lungi dall' essere tale crosta in uno stato di continuo stiramento, si troverebbe in vece aver del continuo non abbastanza ripiena la interna capacità, ed esercitare per insufficienza di sostegno una compressione trasversale contro sè stessa, e ciò, coll'andare del tempo, in un grado progressivamente maggiore, talchè di tanto in tanto sarebbe obbligata a corrugarsi. E in fine mi farò lecito di richiamare il fatto, che io stimo d'avere irrepugnabilmente dimostrato, della poca tenacità posseduta da essa terrestre crosta, e della assoluta impossi-

---

(1) La ipotesi chimica sulla causa di questo calore, quella cioè che il deriva da chimiche operazioni che si vanno tuttora eseguendo nelle viscere della terra, oltre alle difficoltà già oppostele da molti, ne ha una ben forte nella rapida variazione che essa obbligherebbe ad ammettere nella proporzione degli elementi dell'atmosfera. Veggasi su ciò la Nota V in fine del presente articolo.

(2) V. la sua Memoria già da me citata, e inserita fra quelle dell'Accademia di Parigi pel 1824, alla pag. 566 e seg., e che si trova altresì negli *Annales des Mines*, 2.ª serie, vol. II, p. 53 (anno 1827), e nei *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, T. XV, p. 161. Questa Memoria, lasciati i pochi paragrafi dedicati alla spiegazione delle eruzioni vulcaniche, ne' quali si espone un' opinione non bene al presente sostenibile, ripeterò essere un lavoro pregevolissimo, e da non trascurarsene la lettura da chiunque si occupi della determinazione delle temperature sotterranee.

(3) V. il fine del § 4 della presente Memoria, vol. III, p. 169.

bilità che questa, contraendosi, possa per compressione far innalzare il contenuto liquido anche solo di pochi metri sopra il punto a cui egli arriverebbe quando essa mancasse affatto di resistenza alla distensione (1).

Abbandonata una tale ipotesi di Cordier, o per dir meglio, conservata in quella sola parte che ammette venir la lava da un interno nucleo fuso del globo, i fisici e i geologi attribuirono universalmente l'uscita di tale lava a una forza espansiva di materie aeriformi, e in ispecie a quella del vapore acqueo, forza, quest'ultima, già chiamata in ajuto a tal uopo da molti naturalisti, anche prima di ammettere la interna fluidità del globo (2). E in vero, che il vapore acqueo basti a sollevare le lave sino a una grandissima altezza, se ne hanno infinite prove, come più ampiamente diremo fra poco. E che altresì l'acqua penetri nelle cavità vulcaniche, n'abbiamo un testimonio nella quantità immensa che ne suole uscire in istato aeriforme sì ne' tempi di calma, col continuo fumare di molti de' crateri vulcanici (3), e sì durante le eruzioni, producendo quelle nubi e quelle abbondanti piogge che sogliono accompagnare queste ultime (4). Nè è necessaria la vicinanza del mare per somministrare tali acque, potendo bastare la semplice acqua che vi cade a poco a poco dall'atmosfera (5). Pare adunque ammissibile senza difficoltà, che gli effetti vulcanici più violenti, quali sono le tremende esplosioni onde si spaccano i fianchi de' monti ignivomi e ne escono torrenti di lava, e quali sono gli scagliamenti, simili ad altissimi soffj infiammati, di immense quantità di ceneri, di sabbie, di pietre roventi, e di materie semiliquide, inviluppate tutte queste da densissimo fumo, possano essere attribuiti alla forza espansiva de' vapori acquei; e che non vi abbisogni se non la condizione, che una sufficiente quantità di acqua possa insinuarsi in mezzo alla lava, al di sotto della libera superficie di questa.

Vi hanno però delle effusioni di lava molto meno violente di quelle or ora citate. Ve n'hanno, p. e., di quelle che, sebbene accompagnate da uscita di molte materie aeriformi, non mandano però fuori i materiali dalle bocche ignivome alla guisa di projetti, ma soltanto alla maniera di un liquido che sorbolla da un vaso. Così accade sovente nel Vesuvio, entro al cui cratere viene spesse volte la lava ad alzarsi gradatamente e poi a versarsi fuori, e ciò a più riprese in una stessa eruzione. In tale caso par di vedere l'opera di un fluido aeriforme, che non lavori già col mezzo di una valida forza esplosiva, ma solo col far crescere di volume e diminuire di peso specifico la colonna di lava colla quale si viene meccanicamente mischiando. Il che è quello che molto ingegnosamente, e, cred'io, con molta verità venne immaginato dal sopranominato Elia

(1) Veggasi lo stesso § 4, p. 168.

(2) Della Torre, *Storia e fenomeni del Vesuvio*. Napoli 1755, p. 82 e 112. — Spallanzani, *Viaggi alle due Sicilie*, T. III, p. 320. Pavia, 1792. — Daubisson, *Traité de Géognosie*, T. I, p. 213. Paris, 1819.

Fra quelli che ricorrono ai vapori acquei, ammettendo la provenienza delle lave da una interna fluidità del globo, io mi contenterò di citare Bischof nella sua bell'opera *Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers*, Leipzig, 1837, a p. 268 e altrove.

(3) V. la Nota VI in fine del presente articolo.

(4) Opinerebbe per altro il Ducarla che queste piogge provenissero dal vapore sparso nella circostante atmosfera (*Journal de Physique*, T. XX. an. 1782, p. 113). Cita egli in prova moltissimi fatti; e quantunque egli abbia opinioni assai esagerate in riguardo alla quantità di acqua contenibile allo stato di vapore nell'atmosfera, e in riguardo alla diminuzione della pressione di essa atmosfera in conseguenza del calore de' vulcani (pag. 117), ha nullameno molto di giusto ne' suoi ragionamenti. Rispetto all'acqua uscente allo stato di vapore nelle eruzioni, veggasi la Nota VII della presente Memoria.

(5) V. la già citata Nota VI.

De Beaumont, e poscia ancor meglio sviluppato dal valente M. Angelot (1). Quest'ultimo, come ho detto altrove (2), ammette al pari di me, che nelle bocche vulcaniche libere abbia la lava dappertutto un medesimo livello, voluto dall'equilibrio di tutta la materia liquida terrestre con sè medesima: differendo da me in questo solo, ch'egli non fa intervenire il peso della crosta solida a tenere un tal livello all'altezza ch'io suppongo, non avendo egli considerato che la suddetta crosta è incapace a reggersi da sè medesima. E suppone che da canali esistenti attraverso a una siffatta crosta possa scendere dell'acqua sin dentro alla lava (3), cioè non solo sino alla sua superior superficie, ma altresì alquanto più sotto (4), ove essa acqua si riduca in vapore, e questo si divida in molte distinte parti o bolle, innalzantesi separatamente in mezzo alla materia fusa, e con ciò venga a diminuirsi d'assai il medio peso specifico della total massa di questa. Quanto minore poi si fa questo peso, ad altrettanto maggiore altezza possa cotale materia fusa elevarsi al di sopra del luogo ov'ella fu penetrata dalla detta acqua, così volendo l'equilibrio fra quella colonna di lava e le colonne della medesima materia seco lei comunicanti ed esistenti nelle altre bocche vulcaniche. A questo modo può la lava salire fino alla sommità del Vesuvio, e qualche volta anche dell'Etna, e più in là ancora, ed esser ivi versata fuori. E a un tale alleggerimento possono altresì contribuire altri fluidi aeriformi che si vengono a sviluppare nella lava ascendente, sia per lo diminuire della pressione cui dovevano prima sostenere, come fanno i gas introdotti artificialmente nell'acqua col mezzo di pressioni che vengono poscia ritolte; e sia per un incominciamento di solidificazione di essa lava, come avviene dell'aria svolgentesi dall'acqua che gela, o dell'ossigeno unitosi coll'argento fuso, e da esso separantesi all'atto della solidificazione (5). Una tale mistione della lava con bolle di materie aeriformi erasi, come ho

(1) *Bulletin de la Société Géologique de France*, T. III. p. 192.

(2) Vedi il vol. III, pag. 257, nella nota.

(3) Questi canali di comunicazione attraverso alla crosta terrestre, fra l'acqua superiore de' mari e la materia fusa inferiore, vennero ammessi anche da Bischof, il quale però, supponendo più rapido l'aumento della temperatura collo scendere sotterra, credeva che l'acqua, ad onta della pressione esercitata dalle sue parti superiori, si dovesse ridurre in vapore prima di arrivar giù alla materia fusa. Ad onta di ciò, per ragioni che io non credo necessario di citare, attribuiva ci pure a quest'acqua la salita delle lave. Veggasi la traduzione inglese de' primi 22 capitoli della sua *Wärmelehre*, pubblicata, questa traduzione, prima in più articoli nel *New philosophical Journal* di Edimburgo, e poi tutta in un volume nel 1841 col titolo: *Physikal, chemical and geological researches on the internal heat of the globe*, alla p. 219 di un tale volume. Alla p. 234 del medesimo si trovano citati molti casi, in cui l'acqua introdottasi nelle cavità vulcaniche era solo acqua dolce.

(4) Attesa la crescente pressione dell'acqua sopra sè stessa, crede l'Angelot che il calore degli strati solidi frammezzo a cui ella discende, non basti a vaporizzarla a nessuna profondità. (E in tale conclusione io m'accordo con lui, quando l'aumento della temperatura avvenga con quella gradazione che si osserva nella più parte de' luoghi della terra, e non sia di una rapidità eccezionale.) Il medesimo però ammette, che questa vaporizzazione debba aver luogo dopo che l'acqua è entrata nella lava, ove egli crede che essa non sia più soggetta alla pressione delle parti superiori di sè medesima, ma a quella solamente della lava in cui si è introdotta; la quale ultima pressione egli reputa molto minore, allontanandosi in ciò assai da quanto io crederei d'avere stabilito.

(5) Siffatto sviluppo di gas durante una solidificazione, si palesa a un modo curioso in alcune ingegnose sperienze del prof. Paolo Gorini, da lui indicate nella sua opera *Sull'origine delle montagne e de' vulcani*, Lodi, 1851, e fatte vedere in varj luoghi, e fra altri dinanzi alla Società d'Incoraggiamento di Milano nell'aprile 1852, come da relativo Rapporto del dott. Susani, e state citate anche da Elia De Beaumont nelle sue *Notices sur les systèmes des montagnes* (T. III, p. 1230). Non avendone egli insegnato il modo, se ne interessò il

detto, ammessa qual cagione delle eruzioni anche dal De Beaumont (1), però soltanto come quella che aumenta il volume, e senza avere avuto, mi pare, tutto il debito riguardo

---

valente giovane chimico Antonio Bertolio di Milano, il quale riuscì a imitarle con un metodo da lui fatto conoscere in un suo opuscolo stampato in Pavia dal Fusi nel 1852, col titolo *Di un nuovo liquido plutonico*, ec. E consiste un tal metodo nel mescolare a zolfo fuso una trentesima parte di qualche olio grasso, e portare e mantenere il miscuglio per qualche tempo ad assai alta temperatura, lasciarlo quindi raffreddare, toglierne le spume che sulle prime si formano, e poscia lasciar continuare il raffreddamento e consolidare lo zolfo. Se ne occupò altresì l'ingegnere Cantoni di Lugano (giornale milanese *Il Crepuscolo*, 27 giugno 1852). E il celebre chimico francese Payen ne' suoi studj sul solforamento della gomma elastica, parla egli pure d'uno sviluppo di bolle gazose dalla sostanza solforata, con rigonfiamento di questa, nell'atto della cristallizzazione dello zolfo (*Comptes Rendus*, 29 mars 1852, pagina 455).

Mi farò qui lecito di osservare, che qualche geologo non ha idee ben giuste sullo svolgimento delle materie aeriformi dalle sostanze fuse, poste a raffreddare. Il valentissimo Pilla (*Geologia*, T. I, p. 276 sul fine) nel discutere l'ipotesi di De Beaumont sulle eruzioni vulcaniche, non crede aver luogo lo svolgimento dei gas dalle sostanze liquide nè pel passaggio di queste allo stato solido, nè pel raffreddamento, bensì per l'alta temperatura. La quale sua opinione è in parte giusta e in parte falsa; giusta, ove nega che il semplice raffreddamento, indipendentemente dalla solidificazione, possa determinare lo svolgimento dei gas, e dove dice che i gas si svolgono in forza dell'alta temperatura; falsa, ove non ammette lo svolgimento in grazia della semplice solidificazione. Quello che si deduce dai fatti osservati si è, che realmente il semplice abbassamento della temperatura di un liquido, non accompagnato da solidificazione, lungi dal produrre un tale svolgimento, ajuta anzi il liquido a tenere sciolte le materie aeriformi, di una qualsivoglia delle quali può starvi sciolta tanto maggiore quantità, quanto più il liquido è freddo; talchè la massima quantità di un dato gas che può stare sciolta in un dato liquido, sotto ad una data pressione, si ha precisamente quando questo liquido è prossimo alla sua consolidazione. Così avviene per l'aria, per l'acido carbonico, e per altri gas rispetto all'acqua. In generale, le cause che ajutano i liquidi a tenere assorbiti i fluidi aeriformi sono la bassa temperatura e la forte pressione. E all'incontro, le cause che determinano i gas a svolgersi dai liquidi stessi sono l'innalzamento di temperatura, la diminuzione di pressione, e il passaggio allo stato solido. Così l'acqua comune emette l'aria che suole tenere sciolta, 1.° quando ella si scalda; 2.° quando, collocata entro il recipiente di una macchina pneumatica, viene liberata col mezzo di questa da una parte della pressione atmosferica; 3.° quando s'agghiaccia. Similmente l'argento comincia ad abbandonare l'ossigeno al cominciamento della sua solidificazione, e continua ad abbandonarlo a proporzione che questa solidificazione progredisce, ossia a proporzione che si fa maggiore la quantità d'argento che, divenuta solida, non può più conservare quell'ossigeno. E ciò non solo avviene trovandosi un gas unito a un liquido per semplice mescolanza, ma può anche avvenire trovandosi quello unito a questo per vera combinazione: mutandosi infatti lo stato di aggregazione di una delle sostanze, si altera la sua affinità coll'altra, può l'unione non mantenersi più come prima, e il gas svolgersi. Queste dottrine per altro avrebbero bisogno di studj ulteriori per rischiarare alcuni punti, e assicurare per tutti i casi le indicate leggi (Veggasi nel nuovo Dizionario fisico di Gehler l'articolo *Absorption*). Ammettendo tali dottrine, e applicandole allo svolgimento dei gas dalla materia terrestre fusa, non può un siffatto svolgimento aver luogo per la prima causa, cioè pel riscaldamento, non potendo avvenire in quella materia un'elevazione di temperatura al di sopra del suo stato ordinario. La seconda causa, cioè la diminuzione di pressione, può aversi qualche volta, cioè quando alcune materie fuse, provenienti da regioni profonde, arrivano, salendo, a sentire sopra sè stesse una minor pressione. La terza, cioè la solidificazione, può operare sì allorquando le materie fuse sono arrivate alla superficie libera, e quindi sotto minore pressione, come anche, benchè men facilmente, quando esse rimangono a qualche profondità, dentro cavità esistenti frammezzo alla grossezza della crosta terrestre, e nelle quali le medesime materie si vengono a poco a poco solidificando: e sarebbe questa terza causa la sola che potesse far ivi svolgere i gas. A grande profondità però crederei che la forte pressione nol permetterebbe, vedendo che le lave si mostrano porose solamente presso la superficie libera. Veggasi Bischof, *Wärmelehre*, p. 313.

(1) Collegno, *Elementi di Geologia*, p. 420. Qui il Collegno (in fine di pagina) non fa nemmeno egli le debite distinzioni; dice che « nel raffreddarsi della materia terrestre si svolgono principalmente vapori di acqua ed acido carbonico. »

all'equilibrio idrostatico colla lava delle altre parti della terra. Vi ebbe in vece contemplazione il sopranominato signor Angelot, le cui nozioni sono quindi più compiute e più rigorose, e meritevoli di essere riguardate come un reale avanzamento della scienza. Se non che questo dotto geologo non ci dà nulla di determinato in riguardo alla normale posizione della superficie libera della lava stessa. E solo propende a credere che essa si trovi al di sotto del livello del mare. Io non reputo giusta quest' ultima supposizione. E anzi, come già esposi nel secondo articolo, da quanto si osserva ne' vulcani di Kirauea e di Stromboli, credo di poter dedurre, che un siffatto normale livello della lava si debba ritenere come molto superiore alla superficie del mare, forse per 700 od 800 metri. Alla quale supposizione io trovo più o meno accordarsi tutto il complesso dei fenomeni vulcanici, come in parte ho già esposto, e in parte mi preparo ad esporre.

Io vorrei dunque ammettere, che nelle cavità vulcaniche si trovi già preparata la materia terrestre fusa, comunicando per di sotto, e senza nessuna interruzione, colla rimanente massa fusa centrale, e avendo qualche volta la superficie superiore scoperta e libera, ad una elevazione di circa 800 metri al di sopra del livello del mare, ma il più delle volte avendola coperta da scorie e da altre materie solidificate, e avendola allora ad una elevazione minore, anzi d' anno in anno più piccola, per la continua ulteriore solidificazione delle porzioni più elevate. Che se talvolta, durante una qualche eruzione, alcune parti di essa materia fusa vengano a salire più in su, e ivi a rimanere, trovando qualche impedimento a retrocedere, e più non avendo ampia e continuata comunicazione colla rimanente massa fusa, queste parti si debbano prestamente ridurre solide, nè si possano considerare come colà aventi uno stato di permanente e tranquilla liquidità: solamente possano tali masse fuse rimanere del continuo al di sopra del normale livello in que' luoghi ne' quali, per abbondante abituale meschianza meccanica di fluidi aeriformi, abbiano una specifica gravità minore che essendo unicamente liquide. Questa materia fusa poi, o scoperta ch' ella sia, ovvero coperta, si trovi sempre pronta a versarsi fuori, appena che una qualche causa gliene apra la via, anzi, alla maniera degli altri liquidi, eserciti un continuo sforzo contro le laterali pareti, cercando di rimuoverle; intanto ella vada continuamente perdendo calorico, e perciò raffreddandosi e solidificandosi. Ammetterei poi che, coll'ajuto delle fessure delle rocce circostanti, come anche di quelle apertesi nelle materie novellamente solidificate e che il raffreddamento fa screpolare, vengano di tanto in tanto, l'acqua e la lava, scendendo quella o salendo questa, a incontrarsi insieme, o anche soltanto venga l'acqua a discendere sino alle parti caldissime delle dette materie solide; e sì nell' uno che nell' altro caso essa acqua si converta in vapore, ora a poco a poco e in piccole masse, ed ora in quantità abbondanti e con fortissima tensione; e da ciò crederei aver origine i diversi fenomeni che il vapore medesimo produce nelle eruzioni.

Con ciò io lascio intatto tutto quello che già si ammetteva precedentemente, sì in riguardo all' origine delle lave che in riguardo alla forza espansiva de' fluidi aeriformi e specialmente de' vapori acquei, come pure in riguardo all' alleggerimento che essi possono produrre nelle lave suddette. E solamente determino una particolarità, sulla quale non si aveva dapprima un'opinione ben definita, cioè la posizione molto elevata della superficie libera di tali lave; e addito con ciò una nuova forza per la uscita delle medesime, cioè la loro pressione idrostatica. Converrebbe adesso verificare una tale parti-

colarità con un esame diligente de' fenomeni in tutti i loro minuti accidenti. Se io avessi colto nel vero, dovrebbe venire ad ogni dove una nuova luce, una maggiore facilità e naturalezza; nel caso contrario, dovrebbero le spiegazioni riuscire tanto più imbarazzate e malagevoli, quanto più i fenomeni si esaminassero per sottile. La circostanza però del non avere io, come già dissi altrove, una bastevole famigliarità con siffatti fenomeni, mi costringe ad abbandonare per gran parte, e raccomandare ad altri un tale minuto esame, e in ispecie ai dotti che dimorano presso ai luoghi ove essi fenomeni avvengono: e mi obbliga a stare alla considerazione di alcuni soltanto fra i medesimi, presi fra quelli che sono più ovvj e più appariscenti, e che riguardano particolarmente la meccanica e la fisica. I quali però debbono essi pure in tale questione venire consultati; ed essi sono in generale, se la parzialità non m'inganna, o favorevoli alle mie dottrine, o almeno non contrarj, come mi proverò a dimostrare qui appresso. Comincerò dai

20. *Fenomeni che si osservano nel vulcano di Stromboli,* richiamando le cose già dette precedentemente, e aggiungendo qualche altra considerazione, per mostrare come il complesso di siffattti fenomeni si spieghi più felicemente colle mie dottrine che con altre.

Uno de' più singolari fatti osservatisi in questo vulcano fu quello del quieto e incessante sgorgare della lava, veduto dall'Hoffmann alla fine del 1831 e al principio del 1832, da una delle tre bocche che in quell' epoca vi si trovavano aperte (1). Or questo non sarebbe altro per me che un facile fenomeno idrostatico, del tutto simile all' uscire dell'acqua da una fessura aperta nella vasca di una fontana. La materia fusa si troverebbe del continuo sollevata sino a quell' altezza dalla pressione che ella soffre dalla crosta terrestre in altri luoghi; ovvero, se più piace, dalla elevazione che ella ha in altre bocche aperte; e allora avrebbe trovata ivi libera un' apertura, e ne sarebbe uscita.

Un altro fatto degno d'essere notato è quello della costante altezza del luogo dal quale scaturiscono i getti intermittenti di scorie descritti dallo Spallanzani e dall' Hoffmann, e che si attribuiscono alla salita di masse aeriformi in mezzo alla materia fusa, sino all'incontro di una pellicola o crosta superficiale ridotta già quasi consistente, cui sollevano in grosse bolle, e quindi scagliano in alto. Questa costanza mostra in primo luogo, come già vedemmo, una comunicazione della bocca d'uscita coll' interno nucleo liquido, dal quale vengono continuamente riparate le perdite di materia fusa fatte coi getti. E in secondo luogo accresce probabilità alla supposizione, che nello Stromboli il livello normale della lava pura si trovi assai poco al di sotto della bocca, e che perciò non sia molto lunga quella parte di colonna liquida che, in grazia di tali fluidi aeriformi, si trova al di sopra di questo livello; non sia, per esempio, maggiore di 30 o di 40 piedi, come noi abbiamo superiormente supposto (2). Facendosi anche doppia in alcuni tempi una siffatta lunghezza, e in altri riducendosi invece alla sola metà, le variazioni d'altezza sarebbero sempre poca cosa; nè gli effetti potrebbero notabilmente ingrandirsi se non quando la massa di que' fluidi, qualunque ne fosse l'origine e la specie, si facesse straordinariamente grande; il che può appunto essere avvenuto quando in questo vulcano si ebbero effusioni di lava più abbondanti del consueto. E quali dobbiam credere che siano questi fluidi aeriformi da cui hanno origine i menzionati getti intermittenti?

(1) V. il § 8 di questa Memoria, vol. III, pag. 249.

(2) V. vol. III, pag. 251.

Secondo il chiarissimo Bellani, quelli che producono un somigliante effetto nel Vesuvio (1) sarebbero di natura infiammabile (p. e. idrogeno puro o idrogeno solforato, o vapore di zolfo, ecc.). Io non oso decisamente negare che nello Stromboli siano di una siffatta natura, e in ispecie contengano dello zolfo, sia perchè nel cratere dello Stromboli si sente odore di questa sostanza, e vi si veggono formare delle incrostazioni sulfuree, e sia perchè in molti altri luoghi vulcanici si sviluppano di tali gas. E se lo Spallanzani in tempo di notte non ci vide fiamma, poteva questa trovarsi eclissata dallo splendore della lava rovente (2). Lo scoppio però o detonazione che accompagna il rompersi delle bolle e il lanciamento dei getti, io non mi accorderei col valente mio collega in attribuirlo alla combustione di un siffatto gas, bensì lo atribuirei collo Spallanzani (3) all'urto repentino del gas medesimo contro l'aria atmosferica, quando esso riesce a lacerare ed aprire e scagliare via quella grossa pellicola semifluida di cui le bolle sono formate, nel modo stesso delle piccole detonazioni che si hanno quando si fa bollire una pasta alquanto consistente. Il quale urto nasce da quella medesima forza colla quale esso gas spinge dall'indentro all'infuori le due labbra della pellicola, non più legate insieme, ma staccate l'una dall'altra e divenute libere, alla guisa di due imposte d'uscio diserrate, dalla quale spinta vengono i pezzi di queste labbra scagliati in alto con tanta velocità, da risultarne i getti intermittenti di cui abbiamo parlato (4).

---

(1) *Salita al Vesuvio* di Angelo Bellani; *Biblioteca di Farmacia, Chimica*, ec. 1835, vol. IV, p. 123 (Milano presso la Società degli Editori degli *Annali Universali delle Scienze e dell'Industria*).

(2) Il Pilla vide invece vera fiamma nel Vesuvio. V. la sua *Geologia*, T. I, p. 191 e 245. *Atti del Congresso di Lucca*, p. 293 e seg. Ne cita esempj anche il Breislak nelle sue *Institutions géologiques*, T. III, p. 85; come anche il Collegno nella sua *Geologia*, p. 86; e Spallanzani ne' *Viaggi alle Due Sicilie*, T. IV, p. 72.

(3) Così io interpreto il seguente passo de' *Viaggi* di questo celebre naturalista (T. II, p. 64): *ma egli* (il fluido aeriforme) *per la fortissima azione del fuoco dilatando prontamente le molle sue, nè dall'impaccio della tenace liquefatta lava potendo di leggieri strigarsi, arterà violentemente la medesima, e sopra il cratere la lancerà, non senza detonazione.*

(4) Da una tale velocità noi possiamo cavare qualche cognizione sulla forza esercitata dal fluido aeriforme contro la menzionata pellicola della bolla.

Poniamo che il fluido aeriforme chiuso in una di siffatte bolle, spinga e accompagni dall'indentro all'infuori un pezzo della pellicola di questa, dopo averla lacerata, pel tratto di due metri, al di là dei quali lo abbandoni a sè stesso e all'azione della gravità; e poniamo che esso pezzo salga di poi verticalmente per 100 metri, prima di ritornarsene all'ingiù. Rammento che, per comunicare ovvero togliere a un corpo una velocità di data grandezza, deve una forza essere tanto più energica quanto più breve è lo spazio pel quale essa può accompagnare e spingere un tale corpo, e precisamente che l'*intensità media di essa* (e per *intensità media* intendo la media di tutte le diverse intensità che si hanno nei varj punti dello spazio percorso) *è reciprocamente proporzionale a un tale spazio*. E ciò per quel teorema di meccanica, che il *quadrato della velocità acquistata ovvero perduta da un corpo per l'azione di una forza acceleratrice sollecitante esso corpo per un certo spazio, è misurato dal doppio dell'area di una curva piana, di cui l'ascissa sia lo stesso spazio e l'ordinata rappresenti la forza.*

Posto questo, noi abbiamo a fronte:

1.° la forza che il fluido aeriforme racchiuso nella bolla esercita sul brano di pellicola che noi consideriamo, accompagnandolo per un tratto di due metri, e comunicandogli, ad onta dell'opposizione del di lui peso, tutta la velocità ch'esso presenta nell'istante in cui la sua salita è più celere;

2.° l'azione della gravità, la quale operando di poi sul brano medesimo per lo spazio di 100 metri, gli ritoglie a gradi tutta l'anzidetta velocità.

Chiamando adunque

F l'intensità della prima forza, o piuttosto dell'accelerazione da essa prodotta,

g quella della gravità, noi abbiamo

$$F - g : g :: 100^{m.} : 2^{m.}$$

d'onde

$$F - g = 50.\ g,\ F = 51.\ g$$

Potrebbe però questo fluido aeriforme che dà origine ai getti, essere anche vapore acqueo, proveniente da acqua piovana infiltratasi nel monte, la quale, seguendo in ciò l'Angelot, io crederei discendere per entro a qualche canaletto chiuso nella roccia, sino al di sotto del livello della lava, entro la quale si insinuasse ancor liquida, e subito si riducesse in vapore, o anche vi entrasse già aeriforme (1). Poichè potrebbe farsi strada ad entrare nella lava ogni volta che l'altezza del canaletto racchiudente il liquido superasse l'altezza di essa lava più di tante volte, quante la densità della lava stessa fosse maggiore della densità dell'acqua. Se, p. e., quel canaletto fosse alto 150 metri al di sopra della lava, supposta della densità 2 $^1/_2$, potrebbe questa lasciare ingresso all'acqua sino ad una profondità di 100 metri al di sotto della propria superficie libera. Perocchè l'altezza dell'acqua contenuta nel canaletto, al di sopra di un punto situato a tale profondità, sarebbe di 250 metri, e quella della superficie libera di essa lava sarebbe di metri 100: in quel punto perciò fra le pressioni de' due liquidi si avrebbe equilibrio; da esso punto all'insù la pressione dell'acqua riescirebbe dappertutto prevalente, e questa potrebbe entrare nella lava; più sotto prevarrebbe la pressione della lava, nè questa si lascerebbe penetrare dall'acqua, se non quando quest'ultima provenisse da un canaletto più alto, ma ivi piuttosto, se il canaletto il concedesse, entrerebbe in esso la lava. L'acqua poi del mare non potrebbe, secondo queste idee, avere ingresso nella lava, salvo

---

cioè la forza esercitata dal gas eguale a 51 volte l'azione della gravità sul brano di pellicola. Poniamo che questa al suo rompersi fosse grossa 3 pollici. La media forza che la avrebbe premuta all'infuori, avrebbe equivaluto a una pressione di 153 pollici della materia della pellicola; ossia, supponendo questa della densità 2, 5, a una pressione di 382 $^1/_2$ pollici di acqua, ovvero di piedi d'acqua 31 e pollici 10 $^1/_2$, vale a dire alla pressione di un'atmosfera. Questa però sarebbe la forza premente *efficace*; giacchè la vera pressione esercitata dal fluido aeriforme sarebbe di due atmosfere, l'una destinata a controbilanciare la naturale pressione dell'aria atmosferica in quel luogo (la quale a quell'altezza sarebbe, a rigore, più piccola di 31 piedi d'acqua), e l'altra impiegata nel produrre il moto. Ora se una massa d'aria urta con tale forza un'altra massa d'aria tranquilla, si avrà già un forte colpo. Ma rifletto che io ho preso il valor medio della forza esercitata dal fluido aeriforme sul brano di pellicola quando la bolla era già aperta; molto più grande avrei trovata la detta pressione se ne avessi invece considerata l'*intensità primitiva*, cioè la forza esercitata dal gas nel procinto dell'aprirsi della bolla stessa, o al primo suo aprirsi. Inoltre osservo, che quando fosse mancata la resistenza dell'aria, il brano di bolla avrebbe dovuto salire a molto maggiore altezza. Basando il calcolo su quest'ultima, e computando, come dissi, l'intensità primitiva della forza, si sarebbe trovato, nel caso da noi assunto, assai più che una sola atmosfera efficace.

Modificando i dati, i risultamenti debbono naturalmente cangiarsi, e debbono quindi variare assai ne' singoli casi speciali le vere forze esercitate dal gas sugli inviluppi delle bolle. Non saprei con certezza decidere se il particolare risultamento da me trovato sia uno de' più grandi possibili, o uno de' più piccoli. Non lo stimerei però eccessivo, e crederei che nei casi reali si possano avere effetti spesse volte maggiori. E quindi non troverei incapace la forza del gas suddetto nel suo uscire dalle bolle e nel suo improvviso urtare contro l'aria esterna, a produrre talvolta una anche forte detonazione. Quando questa è assai leggiera, ovvero manca interamente, attribuirei il fatto allo aprirsi la bolla con troppo angusta squarciatura e con troppa lentezza, e al non essere perciò l'aria esterna colpita repentinamente da molta massa aeriforme.

La forza con cui una bolla tende a fare scoppiare la pellicola ove è chiusa, potrebbe anche desumersi dalla profondità della parte infima del vano della bolla medesima, al di sotto della superficie libera della lava. Perocchè la tensione finale del gas, quella che egli ha quando la bolla giunge alla superficie della lava, non può ritenersi superiore alla pressione esercitata dalla lava stessa sulla materia aeriforme della bolla alla inferiore superficie della cavità di questa, pressione che è misurata prossimamente dalla differenza di livello fra questa inferior superficie, e la superficie libera della lava medesima. Perchè la tensione fosse di un'atmosfera *efficace* dovrebbe il vano della bolla avere la sua estremità inferiore a circa quattro metri di profondità.

(1) V. vol. III, pag. 250.

forse, come vedremo, in alcuni rari casi, cioè in forti eruzioni già da qualche tempo incominciate; giacchè essa acqua non potrebbe in nessun punto aver pressione prevalente, essendo non solo meno densa della lava, ma anche (secondo le mie idee sul livello normale delle lave libere) trovandosi ad un livello molto più basso.

Io credo per altro possibilissimo che si possa svolgere del vapore acqueo dalla lava anche pel trovarsi sciolta in questa dell'acqua, la quale vi rimanga mescliiata in istato liquido sotto le forti pressioni, e si svolga in istato aeriforme quando le pressioni diminuiscono, sia poi che tale acqua siasi sciolta in grazia di un contatto lungamente continuato fra la lava e l'acqua atmosferica, o sia perchè la interna materia fusa del globo contenga dell'acqua per uno de' suoi ingredienti.

Questo fluido aeriforme che scaglia i getti potrebbe anche essere di natura mista, essere cioè formato di vapore acqueo e di gas permanenti. Premetto, a maggiore intelligenza, che i liquidi che tengono sciolte delle sostanze gazose, possono molte volte, dopo un assorbimento fattosi in più favorevoli circostanze, essere soprassaturi di esse, contenerne cioè più di quanto la temperatura e la pressione possono attualmente permettere di riceverne; e nulladimeno non perderne istantaneamente il di più, ma farlo, arrivando essi liquidi al contatto dell'aria o presso qualche cavità vota, e versando quivi tutta la materia gazificabile eccedente la saturazione. Così in un alto cilindro di vetro pieno di vin bianco o di birra, che abbiano cessato di spumeggiare, quando si alzi dal fondo una bollicina, questa nell'innalzarsi cresce continuamente, nè già per la semplice diminuzione della pressione, che sarebbe, in confronto della pressione atmosferica, una diminuzione leggerissima: ma molto più per lo aggregarvisi altre molecole aeriformi, superanti la saturazione. Potrebbe comportarsi a un tal modo anche la lava: questa, finchè si trovasse a grande profondità, potrebbe tenere sciolta in sè molta quantità di acqua e di gas permanenti, cui, quando fosse salita fino a poca distanza dalla sua superficie libera, non potesse più tenere perennemente sciolte, ma dovesse in parte abbandonare allo stato aeriforme: però, finchè le molecole di queste materie gazificabili fossero in mezzo alla massa fusa, e lontane da spazj vani, vale a dire da spazj occupati soltanto da fluidi aeriformi, vi si tenessero ancora sciolte, in istato di soprassaturazione. Quando però passasse attraverso alla massa fusa una qualche bolla, sia di vapore acqueo sia d'altro fluido aeriforme, abbastanza grossa per potere, coll'ajuto della sua leggerezza specifica, aprirsi la salita vincendo la viscosità del liquido, quelle parti di questo alle quali la bolla venisse successivamente in contatto, cedessero alla medesima tutte le molecole aeriformi crescenti dalla saturazione. Così la bolla si andrebbe ingrandendo anche indipendentemente dalla diminuzione della pressione. Potrebbe altresì questa bolla nel suo salire incontrare altre bollicine già svolte in mezzo al liquido, ma che, essendo troppo minute, non potessero farsi strada: queste, arrivandovi a contatto la grossa bolla, e rompendosi il velo frapposto, si congiungerebbero seco lei, e la ingrosserebbero.

Tutto questo si ha ragionando teoricamente; toccherà alle osservazioni a procurar di determinare quale fra le anzidette maniere abbia realmente luogo, o quale predomini, e in quale proporzione.

Abbiamo finalmente nello Stromboli il fenomeno del continuo fumo, che soffia fuori con impeto dall'una o dall'altra delle aperture del suo cratere. Io attribuirei questo all'evaporazione dell'acqua piovana, che giunge continuamente o sopra o di fianco alla colonna

della lava fusa, ovvero assai vicino alla medesima. Non avrei buoni dati per fare un calcolo approssimato della quantità di acqua che potrebbe a questo modo arrivarvi. Supponendo nulladimeno, per un computo all'ingrosso, che vi pervenisse tutta quella che piove sull'estensione di un chilometro quadrato (1), e che su questo ne cadesse ogni anno per un solo mezzo metro d'altezza, se n'avrebbero 500 milioni di chilogrammi ogni anno, che farebbero circa un milione e mezzo di chilogrammi al giorno, ossia circa 1000 chilogrammi al minuto (più di quanti ne consumerebbero dieci macchine a vapore della forza di 100 cavalli ciascuna), i quali sarebbero, a mio giudizio, sufficienti a dare la quantità di vapore di cui si tratta (2). Gioverebbe indagare, per maggiore conferma, se la quan-

(1) Un chilometro quadrato equivarrebbe all'area di un cerchio del diametro di 3474 piedi parigini. Ora quella parte del vulcano che potrebbe mandare acqua di pioggia alla lava, sarebbe quella a lui levata da un piano condotto orizzontalmente a quell'altezza fino a cui arriva la superficie libera della lava tranquilla. La qual parte di monte, giusta la descrizione data dall'Hoffmann e da me citata al § 8, presenterebbe alla sommità un'elevazione di 600 piedi al di sopra del detto piano, e avrebbe verso la base una depressione o cavità della larghezza di 2000 piedi, e potrebbe avere benissimo alla base stessa un diametro medio molto maggiore dei già detti 3474 piedi.

(2) Nella Nota VII io dimostro che un metro cubico d'acqua può, in certe condizioni atmosferiche, ridurre allo stato di nube 185000 metri cubici di aria. In tali condizioni pertanto quel milione e mezzo di chilogrammi d'acqua di cui io parlo qui sopra, può ridurre in nube un volume d'aria di 277 milioni di metri cubici. Però in essa Nota VII io ho ammesso che ad avere un tale stato di nube si debba aggiungere all'aria una quantità di vapore avente da sola una tensione di poco più di cinque millimetri di mercurio. Se invece l'aria fosse già assai umida, e le bastasse un'aggiunta corrispondente, p. e. a due soli millimetri, la nube che si verrebbe a produrre coll'anzidetta quantità d'acqua potrebbe avere l'estensione di 700 milioni di metri cubici. E potrebbe essere ancora più grande, se la parte di monte che somministra l'acqua di pioggia avesse una estensione orizzontale maggiore di un chilometro quadrato, e se l'acqua che vi piove fosse in quantità maggiore che di mezzo metro all'anno, e specialmente se si dovesse qui ammettere il principio del già citato Ducarla, che sui vulcani in attività cada una quantità di pioggia assai maggiore che altrove.

A paragonare grossolanamente queste conclusioni coi fatti possono servire alcune osservazioni di Spallanzani. Secondo il medesimo (V. vol. III, pag. 247), la nube che si mostrava sullo Stromboli in forza dei già detti vapori, sarebbe stata lunga più miglia, e alta oltre ad un miglio. Ammettendo per rigorosi questi dati, e supponendo una tal nube larga mezzo miglio, e rinnovata una volta al giorno, si avrebbe in ciascuna giornata un volume di vapore visibile dell'estensione di più miglia cubiche, grande ciascuno oltre a 6000 milioni di metri cubici. Il che sarebbe assai più di quanto abbiamo calcolato poco sopra. Però io crederei che i dati dello Spallanzani si possano molto impiccolire. Prima di tutto, quell'altezza di un miglio, essendo stata presa ad occhio, io la ridurrei senza scrupolo alla metà, tanto più ch'ei dice vicina ad un miglio l'altezza di quel monte (*Viaggi*, T. II, p. 46), laddove da recenti misure (§ 8) si è trovata di soli piedi 2775, vale a dire non maggiore di mezzo miglio. Una tale altezza inoltre sarà stata sicuramente presa fra il punto più alto della nube e il più basso: e perciò l'altezza adequata o media, assegnabile a tutta la lunghezza, può ammettersi d'un'altra metà più piccola. Vi dovevano altresì essere internamente molti vacui o interruzioni sì di basso in alto che per lungo, come appare anche dalla stessa descrizione; e in vista di questi io mi permetterei di ridurre ancora lo spazio interamente occupato dall'aria annebbiata da $^1/_4$ del valore calcolato, a un solo $^1/_{16}$. E forse è possibile una grande riduzione anche nella larghezza. Ma nulla saprei dire in riguardo alla prontezza della sua rinnovazione. La quale, se per avventura fosse stata assai grande, noi possiamo in contraccambio supporre che fosse molto umida l'aria ove il vapore si diffondeva, potendo questa umidità, come ho detto poc'anzi e come espongo in fine alla Nota VII, ingrandire la nube in un modo notabilissimo. E potè altresì essa umidità compensare qualche altra circostanza, p. e. quella della temperatura dell'aria o della pressione atmosferica, quando queste, nel caso presente dello Stromboli, fossero state meno favorevoli alla produzione di una nube, che non nel caso della Nota VII, la quale è relativa alla gran nube che si formò sopra il Vesuvio nell'eruzione del 1794. Da tutto ciò vorrei inferire, che insino a tanto che dati più rigorosi non guidino ad altre conseguenze, io non trovo per ora difficoltà a riguardare la detta nube sullo Stromboli siccome unicamente prodotta dall'acqua di pioggia che arriva alla lava.

tità di un tale vapore sia diversa dopo la siccità e dopo le abbondanti piogge. Hanno veramente quegli abitanti l'opinione che se n'abbia maggior copia quando l'atmosfera si dispone al cattivo tempo (1). Ma quest'ultimo sarebbe un fatto d'altro genere: e potrebbe derivare da ciò, che, in grazia della più grande umidità allora regnante nell'atmosfera, una medesima quantità di vapore acqueo uscente dal cratere facesse ingombrare di vapor visibile una maggior massa d'aria. A noi però non importerebbe l'effetto dell'acqua che sta per cadere, bensì quello dell'acqua già caduta.

Potrebbe però questo fumo derivare in parte anche da acqua che si trovasse, come abbiam detto poc'anzi, sciolta originariamente nella lava. Alla quale converrebbe anzi necessariamente ricorrere, quando con accurati calcoli non si trovasse bastare l'acqua piovana.

21. Vediamo adesso se questi varj fenomeni si possano spiegare egualmente bene anche nella ipotesi, che il livello normale della lava si trovi molto al di sotto della superficie del mare.

Considereremo prima di tutto, che non sarebbe possibile in questa ipotesi di dar ragione del tranquillo sgorgamento osservato dall'Hoffmann, se non supponendo che, a recare e trattenere la lava a tanta altezza sopra il suo livello normale, fosse impiegata una abbondante quantità di materie aeriformi meschiatevi, per certo più abbondante d'assai della quantità che riempie le bolle de' getti intermittenti. E una somigliante quantità di materie aeriformi si richiederebbe altresì a mantenere essa lava al livello veduto da Spallanzani. In tal caso queste materie potrebbero senza esitazione riputarsi quelle medesime, che formano i vapori uscenti in grande quantità da un'altra delle aperture; e in conseguenza, per ciò che spetta alla occorrente copia di sostanze aeriformi, non potrebbe questa mancare.

Però, a guardare diligentemente, una tale spiegazione non riesce appieno al desiderato scopo, presentando sempre delle forti difficoltà, qualunque sia la natura del fluido aeriforme, supposto. Se infatti noi volessimo per prima supposizione ammettere che questo fosse un gas permanente, qual sarebbe gas idrogeno solforato o gas acido carbonico, ciò non si accorderebbe col fatto, che la già detta materia aeriforme, uscente in grande abbondanza da una delle aperture, ha tutti i caratteri del vapore acqueo, avendo al più un leggero odore di zolfo (2).

Se noi lo volessimo supporre un vapore proveniente da acqua del mare penetratavi, vi sarebbe la difficoltà ancor maggiore del non saper l'esito dell'immensa quantità di sostanze saline lasciate indietro dalla evaporazione di una tale acqua. Stando alla supposizione niente eccessiva di poc'anzi, cioè di un milione e mezzo di chilogrammi di vapore al giorno, ossia di 500 milioni di chilogrammi all'anno, si avrebbero, colla proporzione in peso del 4 per 100 di sostanze solide contenute nell'acqua del mare (3), 20

(1) Spallanzani, *Viaggi alle due Sicilie*, T. II, p. 17. Un tale fatto si è osservato da molto tempo anche rispetto al fumo che esce dal cratere del Vesuvio. Ne parla Hamilton nelle *Philosophical Transactions* pel 1767, a pag. 192. Ed è altresì confermato nella recente *Memoria sullo incendio vesuviano del mese di maggio* 1855, *fatta per incarico della R. Accademia delle Scienze di Napoli, dai socj* G. Guarini, *L.* Palmieri, *ed A.* Scacchi; Napoli, 1855, a pag. 94

(2) V. vol. III, pag. 247 e 252.

(3) Gehler's, *Physikalisches Wörterbuch neu bearbeitet*, art. *Meer*, p. 1648.

milioni annui di chilogrammi di queste, le quali, supposte della densità 2,0, occuperebbero un volume di 10 mila metri cubici, e basterebbero perciò a riempiere in pochi anni tutta la cavità da cui esce il vapore. Anzi vi sarebbe già grave difficoltà nel supporre che sia vapore d'acqua marina il semplice fluido aeriforme che produce i getti intermittenti. Supponendo infatti coll' Hoffmann (1), che la bocca da cui questi escono sia del diametro di 20 piedi, e collo Spallanzani (2), che le oscillazioni del livello della lava siano anch' esse di 20 piedi, e ammettendo che di queste ne avesse luogo una soltanto ad ogni 5 minuti, io calcolerei per ogni getto l'uscita di 214 metri cubici di vapore ascendente in mezzo alla lava, il quale, lasciato espandere nell' atmosfera, potrebbe arrivare sin forse al volume di 400 metri cubici, e peserebbe come $^5/_8$ di quattrocento metri cubici d'aria a quella alta temperatura, ossia come 250 metri cubici di tale aria calda; i quali suppongo equivalenti in peso a soli 50 metri cubici di aria a 0° e sotto quella pressione atmosferica, e a soli 40 di aria a 0° sotto la pressione ordinaria, cioè a 52 chilogrammi, che fanno circa 10 chilogrammi al minuto. Fanno poi questi oltre a 14 mila chilogrammi al giorno, e oltre a 5 milioni di chilogrammi all' anno, i quali, supposto che debbano lasciare indietro il 4 per cento di materie solide, ne dovrebbero abbandonare annualmente per 200 mila chilogrammi, de' quali oltre la metà sarebbero di sal comune.

Se noi volessimo supporre che il tenersi cotanto elevata la lava nello Stromboli dipendesse da bolle di vapore di acqua atmosferica, noi dovremmo osservare che quest'acqua cade, ne'varj anni e nelle varie stagioni, in quantità diversissime, e che perciò, nel supposto che il livello normale della lava si trovasse al di sotto della superficie del mare, si dovrebbero avere delle grandi e frequenti variazioni nella elevazione della lava stessa. In alcuni anni e in alcune stagioni di maggior pioggia dovrebbe questo vapore essere assai abbondante, e allora riuscire specificamente molto leggiera la colonna della lava sovrastante al livello normale, e quindi essere altresì molto più elevata questa colonna che in altri tempi; ed all'incontro, in alcuni anni e in alcune stagioni men piovose, dovrebbe esso vapore essere assai più scarso, e la detta colonna della lava riuscire specificamente assai più pesante e più bassa, in guisa da dover cessare forse affatto dall'uscire. Ora i fatti, da quanto io ho potuto raccogliere, mostrano bensì delle variazioni nell' attività del vulcano, dei tempi cioè di remissione e dei tempi di maggior violenza (3), ma la elevazione della lava non cangia sensibilmente da un tempo all'altro; il che è pienamente d'accordo, come si è già veduto, col supposto che il livello normale si trovi assai poco al di sotto della attuale superficie libera.

Consideriamo finalmente il caso in cui l' innalzamento della lava da una grande profondità si voglia attribuire a bolle vaporose, provenienti da acqua primitivamente sciolta. Sarebbe certo da ammettere uniforme in tutti i tempi la proporzione di tale acqua colla lava stessa. Ma però possiamo notare anche in questo caso la difficoltà, che, nelle varie epoche trascorse, dovette senza dubbio la cavità vulcanica aver presentate molte variazioni, sia nel diametro e sia nella forma, il che dovette rendere or più facile ed ora più difficile alle bolle il liberarsi e separarsi dalle masse liquide; e perciò, quando fosse

(1) V. vol. III, pag. 248.
(2) V. vol. III, pag. 247.
(3) Pilla, *Geologia*, T. II, p. 223.

molto grande il total volume delle bolle esistenti contemporaneamente nella cavità suddetta, e molto grande l'innalzamento da esse prodotto nella massa della lava, come appunto si suppone nel caso che contempliamo, avrebbe sicuramente dovuto ne' varj tempi mutare assai di altezza la superficie libera della lava stessa. Il che non sarebbe d'accordo coi fatti.

Da tutto ciò possiamo concludere, che nella supposizione che il livello normale della lava si trovi a molta profondità, la spiegazione de' fenomeni dello Stromboli non riesce guari felice, essendo invece felicissima quando si supponga un tale livello da 700 a 800 metri sopra il livello del mare.

22. Rimane però sempre un punto oscuro in riguardo a un tale vulcano, qualunque supposizione si voglia ammettere rispetto a questo normale livello. L'immensa perdita di calorico pel molto vapore acqueo che esce dall'una delle bocche, dovrebbe far consolidare una grandissima quantità di lava, probabilmente assai maggiore di quella lanciata fuori co' getti intermittenti. Or dove va a finire tanta materia solidificata? Ammettendo il risultamento di poc'anzi, di un milione e mezzo di chilogrammi d'acqua vaporizzati ogni giorno, considerando che la vaporizzazione di un chilogrammo d'acqua toglie tanto calorico quanto l'agghiacciamento di 8 chilogrammi di acqua a 0°, e supponendo che a far consolidare un chilogrammo di lava occorra tanta sottrazione di calorico, quanta a far agghiacciare un chilogrammo di acqua, supposizione di cui per ora non sappiamo farne altra migliore, e che non è al certo nè troppo superiore al vero nè troppo inferiore, noi avremmo dall'anzidetta perdita di calorico la consolidazione di 12 milioni di chilogrammi di lava al giorno, che fanno 500 mila all'ora, e 8 mila al minuto, ossia 40 mila ad ogni getto, supposto fra l'un getto e l'altro l'intervallo di cinque minuti. Ora non può al certo in un sol getto esser lanciata che una piccola frazione di questa quantità. E riduciamo pure una tale quantità al quarto o al quinto, supponendo che molta parte del calorico ceduto al vapore sia dato da lava già solida, e ammettendo che questa nel solidificarsi perda molto più calorico che l'acqua. Ci rimane sempre a dar ragione della solidificazione di 8 o 10 mila chilogrammi di lava a ogni cinque minuti, che sono, a mio credere, assai più di quanti ne escono in ciascun getto. Avverrebbe egli forse che una porzione della lava contenuta nella cavità vulcanica, rendendosi specificamente più pesante mano mano che essa va emettendo vapor acqueo e perdendo calorico, retrocedesse giù nelle viscere della terra, e desse cambio ad altra più calda e meno densa che salisse dal profondo? Sarebbe questo un degno oggetto di futuri studj (1).

---

(1) Se l'acqua provenisse dall'esterno, e arrivasse alla lava in istato di liquidità, assorbirebbe essa certamente colla sua evaporazione una quantità assai grande di calorico; donde si avrebbe in essa lava un raffreddamento e una diminuzione di liquidità, e verisimilmente un accrescimento di densità, allorquando cioè a questo non ostasse per avventura l'alleggerimento prodotto dalla formazione delle bolle vaporose. E a una simile conclusione si arriverebbe anche nel caso che l'acqua si trovasse già sciolta nella lava. Veramente in tale caso potrebbe essa acqua convertirsi in vapore col solo calore suo proprio, e senza bisogno di toglierne alla lava. Infatti, se alle grandi profondità, dove dalla pressione è obbligata a rimanere liquida, quest'acqua avesse la temperatura di 637° C, e se inoltre ella avesse a tutte le temperature la medesima capacità pel calorico come alle temperature ordinarie, ella avrebbe già in sè stessa tutta la quantità di calorico necessaria alla sua conversione in vapore; avendo ella in vece alle temperature elevate una molto maggiore capacità pel calorico, e trovandosi, in grazia dell'es-

23. *Fenomeni presentati dal Vesuvio.* Io procurerò di mostrare come anche questi possano colle mie dottrine essere spiegati con uguale, e spesso con maggiore facilità che con altre quali si vogliano. E comincerò a considerare il

Fumo, che noi veggiamo alzarsi quasi continuamente dal suo cratere. È ovvio potersi questo attribuire, come per lo Stromboli, all'acqua di poggia che cade dentro l'orlo del cratere medesimo, e che, trapelando a poco a poco pei meati del monte, arriva in sino al contatto della lava, o almeno delle roventi materie solide che a questa son vicine. Avendo fatto un calcolo approssimativo dell'annuale quantità di pioggia che cade in esso cratere, il quale, quantunque sia ora di forma concava, ed ora, per accumulamento di materie incoerenti, di forma convessa, è però sempre atto ad accogliere entro di sè tale acqua, ho trovato possibilissimo che questa produca tutto quel fumo (1). E l'opinione parrebbe anche avvalorata dalla osservazione che, dopo abbondanti piogge, siffatto fumo s'aumenta (2). Potrebbe però più o meno contribuirvi anche l'acqua che si trovasse primitivamente sciolta nella lava.

Getti intermittenti. Riguardo a questi può bastare la spiegazione datasene per lo Stromboli, cioè lo attribuire siffatti getti a rotture di bolle aeriformi innalzatesi in mezzo alla lava, e provenienti o da gas permanenti svoltisi dalla lava medesima nel solidificarsi di questa e nel suo arrivare sotto minor pressione, ovvero da vapori acquei, sia d'acqua sciolta in essa lava, sia d'acqua atmosferica discesa per le screpolature delle pareti del cono vulcanico, e insinuatasi nella lava stessa, ovvero anche da una mescolanza di questi vapori coi suddetti gas.

Sorbollimento e versamento della lava dal cratere. Questo fenomeno, come ho già detto in riguardo allo Stromboli, io lo attribuirei col signor Angelot a vapore di acqua introdottasi, o liquida o già aeriforme, in separate, piccole ma numerose masse frammezzo alla lava, la quale ne venga gonfiata e alleggerita e innalzata, alla guisa dei liquidi che sorbollono dai vasi posti a fuoco. Potrebbero però talvolta essere più grandi le masse vaporose, e se il canale di salita è angusto, occupare anche tutta la larghezza di questo, dividendo la colonna della lava in più parti staccate. E riterrei che un tale vapore provenga in generale da acqua piovana, caduta al di sopra del livello normale della lava, e discesa per le fessure delle pareti del cono. In qualche caso però, quando cioè abbia preceduto un abbondante scagliamento di materie solide, crederei possibile anche il con-

---

sere sciolta nella lava, a una temperatura molto superiore a quella di 637° C, ella avrà non solo quel calorico che le occorre per la vaporizzazione, ma tanto altresì di più da poter tenere caldissimo il vapore prodotto, quantunque sia da dedursene la parte che si rende latente nella separazione delle due sostanze. E così la conversione di quest'acqua in vapore non porterebbe alla lava nessuna sottrazione di calorico. Ma ad onta di ciò, la perdita di una tale acqua sciolta potrebbe sempre, attesa la sua rarezza, essere per la detta lava una possente causa di accrescimento di densità, quando nulladimeno non ostassero anche qui le molte bolle di vapore, quando cioè queste non si formassero in troppo numero, ovvero trovassero facile maniera di separarsi e di abbandonare la materia fusa. In fine della Nota VI, nella *Osservazione I* troverà il lettore delle considerazioni di questo genere relativamente al Vesuvio. Riguardo al quale però, l'innalzamento annuale del cono, in conseguenza delle materie gettate fuori in istato solido, basta a dar ragione di tutto il calorico che si va dissipando.

(1) Veggasi la Nota VI.

(2) Leonhard, *Geologie*, T. V, p. 240. Potrebbe però avervi qualche effetto l'umidità dell'atmosfera. V. ciò che si disse poc'anzi, a p. 30, riguardo allo Stromboli.

corso d'acqua d'origine meno elevata, del che parlerò più sotto. Egli è poi naturale che vi concorrano anche i fluidi aeriformi provenienti da materie già sciolte nella lava, e i quali a quest'altezza si svolgano per la diminuita pressione. A differenza però dal signor Angelot, riterrei che la separata azione di tutte queste sostanze aeriformi non alzi una tale lava da molta profondità sotto l'orlo del cratere, ma solo da una non maggiore di 300 o 400 metri, salendo essa lava fin su a questo punto per le sole ordinarie leggi cui sono soggette le materie liquide. Così riesce più facile la spiegazione del fenomeno, abbisognandovi minore forza sollevatrice.

24. *Squarciamento de' fianchi del vulcano, ed effusione laterale della lava.* Noi abbiamo già toccato un tale argomento (1). Torneremo su di esso per dir qualche cosa della sua causa.

Nello scorrere la storia del Vesuvio si trova frequentissima menzione di questo suo squarciarsi in qualche fianco, e dello uscirne per giorni e giorni abbondantissima lava. Ne parla il Serao, descrivendo l'eruzione del 1737, e citando quella del 1631 (2). Il padre Della Torre, che scriveva nel 1755 un'opera molto lodata (3), ne conosceva un gran numero di esempj, ch'egli cercò di illustrare con delle figure. Al guardare le quali, e specialmente la seconda, par quasi di vedere nel Vesuvio una specie di grande otre ripieno, il quale, appena tagliato in qualche suo punto, lasci immediatamente uscire la materia liquida contenuta: e da esse figure parrebbe che, per dar esito continuato alla lava, debbano le aperture arrivare giù almeno sin sotto alla metà del cono. Venendo a tempi posteriori, noi abbiamo di tali effusioni laterali nel 1770 e nel 1776, menzionate dal Breislak (4); ne abbiamo una nel 1779, stata descritta dal professore De Bottis (5) e dall'inviato inglese alla Corte di Napoli William Hamilton (6). Quindici anni dopo se n'ebbe una grandissima nell'eruzione del 1794, la sera del 15 giugno. Dopo una breve scossa di terremoto uditasi anche a Napoli, si vide dalla banda rivolta al mare, e precisamente da quella di S. O., innalzarsi da circa mezza l'altezza del cono una fiamma di vivo fuoco, accompagnata da forte rimbombo e da nero e denso fumo, seguita subito da un'altra fiamma un po' più giù, quindi da una terza ancora più bassa nella stessa linea retta, e così da altre, che crebbero sino al numero di quindici, disposte l'una sotto l'altra in una stessa retta lunga un miglio e mezzo, e situate le più nella parte quasi piana del monte. E da esse uscirono continuati getti di materie incoerenti e di lava, la quale poi formò quel torrente, che all'indomani mattina invase e distrusse gran parte della città di Torre del Greco. Di poi si aperse un'altra voragine a levante del monte, ma a minore altezza. Sottentrò poscia a dar lava il cratere (7). Nel 1820 scaturì lava in tre luoghi, dalla banda dell'Atrio del Cavallo verso la base del cono, dall'uno de' quali luoghi uscì per molti giorni quel torrente ove dicemmo essersi affogato ed arso il francese Coutrel.

---

(1) V. vol. III, pag. 259.

(2) *Istoria dell'incendio del Vesuvio del maggio* 1737, di Fr. Serao. Napoli, 1778, 3.ª edizione, p. 79 e 81.

(3) *Storia e fenomeni del Vesuvio esposti dal P.* Gio. Maria Della Torre. Napoli, 1755.

(4) *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, Paris, 1801, T. 1, p. 182.

(5) *Ragionamento istorico intorno all'eruzione del Vesuvio del* 29 *luglio* 1779, p. 2. Napoli, 1779.

(6) *Phil. Trans.* pel 1780, p. 47. Ne avevamo già fatto cenno nel Vol. III, pag. 259.

(7) Breislak, *Voyages dans la Campanie*, T. 1, p. 199 e seg. — Hamilton, *Phil. Trans.* pel 1795, p. 73 e seg.

Finalmente nel febbrajo 1850 (1) si formò una lunga fessura per tutta l'altezza della parte conica del vulcano, dalla stessa banda rivolta al monte di Somma, e da una tale fessura scaturì lava poco al di sopra del detto Atrio del Cavallo.

Per riguardo alla causa, mi sembra che un tale squarciamento si effettui talvolta pel semplice accrescersi della pressione della lava innalzatasi. Narra il Breislak che, nell'eruzione del 1770, cominciò ad uscir lava dalla bocca del cratere, e che all'indomani si aperse il monte alla metà del suo fianco orientale, per dare passaggio alla medesima da questo luogo; e aggiunge che lo stesso avvenne nel 1776 (2). L'uscita dal cratere sarebbe derivata da un gonfiamento, e da un conseguente alleggerimento della lava per meschianza di fluidi aeriformi. E l'alzamento della colonna fusa avrebbe prodotto nelle parti più elevate della cavità interna una pressione che prima non esisteva, e un aumento altresì di pressione in parti meno alte, dove la lava arrivava già dapprima (3). E questa pressione, o novamente stabilitasi, ovvero aumentata da quello che già era, avrebbe sfiancata la parete e prodotta la rottura.

Qualche volta una tale rottura viene promossa dalle forti agitazioni del monte. La pressione interna della lava tende sempre ad allontanare i fianchi di esso monte, e molte volte, non bastando da sola, per mancanza della necessaria altezza, essa vi può riuscire mediante quelle agitazioni. Così avvenne forse nel 1794, nel quale, dopo aver la lava cominciato ad uscire, come poc'anzi s'è detto, dalle fessure al S. O. del monte, e dopo aver questo sofferto un continuato scotimento, si ebbe una rottura anche nel fianco orientale, da cui pure uscì altra lava (4). È poi ovvio a vedersi che, tanto in questo caso quanto nel precedente, riesce molto agevolata la spiegazione dello squarciarsi del monte ammettendo le mie dottrine, cioè che la lava si trovi già da sè a molta altezza nell'interno di esso monte: anche qui noi dobbiamo, secondo queste dottrine, molto meno di forza straniera chiamare in soccorso.

Può finalmente avvenire un tale squarciamento allorquando il vapore acqueo internamente sviluppatosi non trovi libera uscita nè dal cratere nè da altre aperture; nel quale caso può esso sfiancare le pareti laterali, formate in gran parte di materie poco collegate, e preparare attraverso ad esse un passaggio alla lava. In questo terzo caso, ancor più che nei precedenti, viene facilitato il fenomeno dall'essere molto alto il livello normale delle lave. Sul che, per meglio mostrare il pregio di questa mia dottrina, mi permetterò di fermarmi alcun poco.

---

(1) Scacchi, *Rendiconto della Reale Accademia delle Scienze di Napoli pel gennajo e febbrajo* 1850. Una fessura dal lato nord-ovest del cono, con effusione di molta lava da più punti, si formò altresì al principio dell'eruzione dello scorso maggio 1855. *Memoria sull'incendio vesuviano* del 1855, p. 59; *Nuovo Cimento*, giugno 1855, pagina 422 (Pisa, 1855).

(2) *Voyages dans la Campanie*, T. 1, p. 182.

(3) Una colonna di lava attraversante l'intera crosta terrestre, dalla interna superficie di questa fino al livello normale di essa colonna, dee, quando è equilibrata, esercitare costantemente sopra la propria base una medesima pressione, sia ella o no rigonfiata da meschianza di fluidi aeriformi. Se perciò in alcuni luoghi della sua altezza ella ha degli spazj occupati da materie aeriformi, dee in contraccambio avere o ricevere superiormente un'aggiunta di liquido, atta a mantenere la totale pressione alla sua costante grandezza. Ora questa aggiunta fa sì che tutti i punti al di sotto de' quali è avvenuta una rarefazione, debbano in compenso avere una maggiore altezza di liquido sopra di sè, e quindi soffrire una maggior pressione.

(4) Breislak, *Voyages*, etc., T. 1, p. 209.

Quando il minerale fuso contenuto nella cavità vulcanica si trovi già da sè, anche nello stato di tranquillità, a una notabile altezza sopra il livello del mare, e riempia già una gran parte del vano del monte, e avvenga che questo vano superiormente si chiuda, può bastare anche una piccola massa d'acqua fortemente scaldata a riempiere di vapore di fortissima tensione il poco spazio che rimane ancor libero dalle materie liquide e dalle solide sconnesse, e a esercitare sulla contigua superficie della lava una fortissima pressione. La quale viene poi immediatamente trasmessa da essa lava a tutte le pareti che la circoscrivono, precisamente come si fa dall'acqua dentro un torchio idraulico, la quale, premuta che sia in un punto, trasmette la ricevuta pressione a tutti i punti a cui è in contatto. E quando con questa pressione siasi formata nella roccia una qualche fessura, vi si insinua essa lava a forza, a modo di cuneo; nè cessa dallo sforzo anche trovando le pareti di una tale fessura alcun poco fredde, purchè si mantenga caldo il luogo ov'è il vapore, ed essa lava conservi un po'di liquidità. E se alcuno mi objettasse che una tal lava, anzichè esercitare siffatto sforzo, potrebbe scendere all'ingiù, e ritirarsi dentro il vano dell'amplissima e cedente crosta terrestre, gli farei osservare, che ad imprimere una sensibile velocità a una colonna di lava alta forse 600 000 metri, e forse non molto larga e anche in qualche luogo strozzata, e a farle lasciare un discreto spazio, non è cosa sì presto ottenuta, avendosi a vincere e l'inerzia di questa colonna e altresì l'attrito colle pareti lungo tutta la discesa. E se altri mi dicesse poter ritirarsi il vapore dentro i canaletti della roccia, dai quali poco prima era passata l'acqua nel venire alla lava, osserverei che anche trovandosi libere le bocche di quei canaletti e non ancora occupate da lava sottentratavi, l'acqua che essi canaletti ancor contengono non si presterebbe a un pronto retrocedimento: laddove all'incontro la forza esplosiva è prontissima, e intanto che l'acqua in questi canaletti e la lava giù nella canna vulcanica vanno lentamente ritraendosi, la forza esplosiva ha già spaccato il monte; nello stesso modo che, secondo il metodo di Jessop di dar le mine nelle rocce (1), basta, a chiudere la polvere, un foraggio di sabbia, la quale intanto che, dopo accesa la polvere, tarda alquanto a comunicare il moto dall'una all'altra delle sue particelle, la roccia è già spaccata. E a questo spaccamento può anche in altro modo cooperare possentemente la molta altezza a cui trovasi la lava, cioè, come si è veduto poco sopra, colla molta pressione che essa lava esercita pel suo peso dall'indentro all'infuori. Ottenuta poi la rottura delle pareti del monte, io non abbisogno d'altro dalla forza del vapore; si dissipi pure questo, e cessi dall'entrare altra acqua nella cavità rovente; quando l'apertura formatasi si trovi per qualche sua parte sotto il livello normale della lava, questa se n'uscirà fuori da sè, seguitando finchè l'apertura non si richiuda, e potrà effluire tranquillamente anche per molti giorni, come spesse volte s'osservò di fatto, e. gr. nell'inverno 1754-55, e nel principio del 1820 (2).

Tutto questo nell'ipotesi da me adottata, che la lava si trovi naturalmente, pel solo equilibrio idrostatico, a una grande elevazione dentro la cavità vulcanica. Quando ella

---

(1) Gehler's *Physikalisches Wörterbuch neu bearbeitet*, art. *Stoss*, p. 1074.

(2) Della Torre, *Storia e fenomeni del Vesuvio*, p. 78. Monticelli, *Opere*, T. II, p. 69, 134, 176.

Lo Spallanzani (*Viaggi*, T. I, p. 34) parla di una lava uscita dal Vesuvio nel 1785, e seguitata a scorrere per 15 mesi. Hamilton (*Phil. Trans.* 1786, pagina 365) restringe questa durata a 13 mesi.

fosse in vece molto bassa, e la parte superiore della cavità si trovasse o vuota, o solo occupata da materie solide discontinue, il vapore sarebbe, non dirò in quanto alla massa d'acqua da cui verrebbe prodotto, ma in quanto alla forza ch'ei dovrebbe esercitare, in una condizione assai meno vantaggiosa. Se si svolgesse al di sopra della lava, non potrebbe esso rompere il monte col far trasmettere dalla lava la propria pressione, ma dovrebbe esercitar questa egli stesso di per sè; e in tale caso, prima di salire alle parti elevate e meno resistenti del monte, dovrebbe diffondersi per molto spazio e indebolirsi, e potrebbe facilmente trovare de' luoghi più freddi ove condensarsi novamente in liquido. E se esso si svolgesse sotto, ne' molti casi in cui le considerate spaccature si formano all'alto del monte, dovrebbe esso vapore cominciar a fare assai più lavoro, cioè sollevare la lava e le molte materie solide sovrapposte, prima di salire a rompere le pareti del cono, ed avrebbe bisogno perciò di forza molto maggiore; oltre a che gran parte di esso dovrebbe, mi pare, uscir violentemente insieme colla lava e dissiparsi, e lasciare spesso interrotto lo sgorgamento della lava stessa, non facendola fluire continuamente così a lungo come in realtà noi veggiamo. E infatti noi osserviamo realmente questa dispersione del vapore e questa interruzione dell'efflusso della lava, quando quest'ultima esce dalla bocca del cratere, essendo allora senz'alcun dubbio sollevata sin là dalla forza dei fluidi aeriformi. Che se effettivamente l'uscita dai fianchi va col tempo diminuendo e poi cessando, la diminuzione la veggiamo più graduata, ed è specialmente da attribuirsi ad un successivo restringimento della fessura, sia per un avvicinamento delle pareti dopo finito lo sforzo che le aveva allontanate, e sia per consolidazione della lava accanto alle pareti stesse; ed è forse a quest'ultimo modo che talvolta, dopo cessato lo sgorgo da una fessura, se ne vede aprirsi e dar lava una nuova, come abbiam detto essere avvenuto nel 1794 (1), mostrando con ciò non essersi diminuita l'altezza interna della lava medesima. È adunque molto più agevole anche lo spiegare la effusione laterale della lava quando si supponga questa già da sè molto elevata.

L'acqua poi, che, vaporizzandosi, produce lo squarciamento di cui ci occupiamo, io riterrei che per lo più ella sia di quella piovuta sul cratere e sulle altre parti del cono superiori al livello normale della lava; giacchè soltanto quest'acqua può arrivare o sopra o dentro essa lava, e dare un vapore di fortisssima tensione. Siccome per altro, come diremo verso il fine dell'articolo, si sono talvolta avute delle violente esplosioni vulcaniche, anche senza comparsa di lava, e senza perciò che paja entrata dell'acqua nella interna materia fusa, così io crederei che qualche volta possa il monte spaccarsi anche pel solo penetrare dell'acqua sino a parti solide caldissime di esso; la quale acqua potrebbe allora provenire da parti del vulcano assai meno elevate. Propagatasi poi la screpolatura sino alla lava liquida, questa, trovando libero il passaggio, e aprendolo anzi ella stessa maggiormente colla sua pressione idrostatica, potrebbe uscirne fuori.

25. *Lanciamento di materie solide incoerenti. — Considerazioni generali.* Quantunque, considerandolo all'ingrosso, possa questo fenomeno sembrare assai semplice e facile a spiegarsi, siccome quello che parrebbe non esser altro che un ovvio effetto del vapore acqueo, di cui ognuno conosce la possanza; nulladimeno, quando se ne vogliano studiare le par-

(1) Breislak, *Voyages*, T. I, p. 209.

ticolarità, si trova essere uno de' più complicati e più difficili che il Vesuvio e qualsivoglia altro vulcano ci presenti, essendovi per esso la difficoltà di doverlo osservare solamente in distanza, coll'ajuto, in molte cose, più dell'immaginazione che della visione effettiva; svantaggio che riesce ancor maggiore per chi non può farsi una nozione dei fatti che dalle descrizioni. Mi proverò nulladimeno a mostrare come anche in ciò possano le mie dottrine sufficientemente sostenersi. E comincerò dalla esposizione dei fatti.

Nelle grandi eruzioni, quale fu per esempio quella del 1794, si osserva che, in seguito a lungo tempo di quiete, e col preavviso di rumori e di scosse del terreno e d'un abbassamento talvolta del livello delle acque de' pozzi, segni però tutti del suolo, nessuno dell'atmosfera (1), si alza di repente dal cratere una colonna di fumo più abbondante e più nero dell'ordinario, dotato d'una velocità inusitata, e ascendente sino a grandissima altezza, e allargantesi quindi ampiamente nell'atmosfera, cui spesso accompagnano altre colonne di simile fumo uscenti da altre aperture; il che tutto insieme giunge in poche ore a tal volume, da occupare lo spazio di molte miglia cubiche, e da ridurre ne'luoghi vicini al vulcano affatto buja l'atmosfera. Alla notte poi, dove l'annebbiamento di essa atmosfera non faccia ostacolo, si veggono sorgere da tutte quelle aperture delle vivissime fiamme, formate dalle roventi materie e dall'aria che ne viene illuminata, alte talvolta più migliaja di piedi (2), e spiccianti in direzioni le une verticali, le altre più o meno obbliche, ma tutte diritte e immobili, cioè in nessun modo ondeggianti nè piegate dal vento, con luce che all'alto gradatamente si offusca, e con sopra le già menzionate voluminose nubi, in mezzo alle quali scorgesi di frequente un vivo guizzare di folgori, come nei temporali; il tutto accompagnato da tremore del terreno e rumore continui, e di tanto in tanto da denotazioni più forti. Al che talvolta s'accoppia un'abbondante effusione di lava, versata o dal cratere o da qualche laterale apertura, che scende ardente, abbruciando case e qualsivoglia cosa che incontri, e illuminando anch'essa l'atmosfera colla sua luce. Il che tutto insieme, se non il più funesto de' naturali fenomeni, è per certo il più spaventoso.

Nel medesimo tempo scendono a terra, a diverse distanze dalla bocca vulcanica, una moltitudine di pezzi solidi di diversissime dimensioni, stati alcuni innalzati in istato già solido fin dal principio della loro salita, alcuni in istato primitivamente liquido e divenuti solidi nell'aria, alcuni in fine, assai minuti, usciti, secondo l'opinione di molti, in istato aeriforme, e consolidatisi essi pure nell'atmosfera. De' quali tutti, i più grossi e

---

(1) Era maravigliosa la quiete del barometro durante l'eruzione del 1794. (Breislak, *Voyages*, ec. T. I. p. 217, ritando De Buch.) Per altro, alcuni giorni avanti l'eruzione era stata notata dal duca Della Torre una forte elettricità atmosferica (*Phil. Trans.* 1795, p. 77) dipendente, a mio credere, da soffj di vapore usciti di quando in quando (ibid. p. 75), ed elettrizzati alla guisa di quelli che escono dalla macchina idroelettrica di Armstrong; la quale elettricità può perciò riguardarsi piuttosto come un effetto precoce dell'eruzione stessa, anzichè come un indizio precursore.

(2) Nell'eruzione del 1779 arrivarono ad un'altezza di oltre 10000 piedi inglesi, e a una larghezza, giudicata dall'Hamilton non minore di due miglia e mezzo (*Phil. Trans.* 1780, p. 57). — Che queste fiamme provengano dalle materie solide e liquide roventi, e dall'aria che ne è illuminata, venne confermato anche nella recente eruzione del 1855. Veggasi la già citata *Memoria* relativa alla medesima, a pag. 61. Le vere fiamme, nate da combustione di gas infiammabili, e delle quali il Pilla accertò in alcuni casi l'esistenza, non possono formare che una parte minima del fenomeno.

pesanti cadono a minore distanza, ed anche dentro il cratere, donde spesso, spezzatisi in frammenti più minuti, vengono lanciati in alto di nuovo; e gli altri vengono a cadere a distanze gradatamente maggiori, secondo che sono più e più minuti; venendo alcuni, più fini e più leggieri, trasportati fino a distanze grandissime (1). Su di che e su altre particolarità diremo qualche altra cosa fra poco.

Finita l'eruzione, si manifestano in generale nella sommità del monte dei cangiamenti, venendo per solito a sparire o a diminuir grandemente gli accumulamenti formatisi a poco a poco colle piccole dejezioni precedenti.

26. L'agente principalissimo, e si può dire unico di siffatto grandioso fenomeno, è senza dubbio, come abbiam detto al § 19, il vapore acqueo. Quantunque non si possa negare la presenza di altri fluidi aeriformi, attestandolo in ispecie la comparsa di vere fiamme, messa fuori d'ogni dubbio dal Pilla (2), è però troppo scarsa la quantità di questi, e insufficiente al bisogno. Il fumo abbondantissimo che abbiamo detto uscire da una delle bocche dello Stromboli, il fumo che si vede scaturire qua e là nel cratere quando si sale sul Vesuvio, mostrano essere d'acqua quasi pura. Di più, sogliono essere le eruzioni accompagnate, come già accennammo, da diluvj d'acqua. D'altronde la prontezza e quasi istantaneità dello sviluppo s' accorda ottimamente col vapore acqueo, laddove gli altri fluidi aeriformi non si potrebbero svolgere che gradatamente. E a qual uopo affaticarci a cercare altri agenti difficili a trovarsi, e di cui non è nota l'efficacia, quando ne abbiamo uno potentissimo, e di cui è in mille modi manifesta la presenza?

E che siffatti vapori abbiano una forza bastevole, non è da dubitare. I più de' geologi li reputano efficacissimi. Citeremo fra gli altri lo Spallanzani, il quale se ne persuase, in primo luogo, da molte sperienze da lui fatte sulla forza esplosiva di questo vapore, fatto sviluppare in mezzo a materie infocate e fuse, quali sarebbero le sostanze oleose bollenti, lo stagno fuso, il piombo fuso, i pezzi di lava artificialmente e fortemente scaldati dentro opportuni vasi (3). S' appoggia egli altresì a diversi fatti già noti, p. e. allo scagliamento dello strofinaccio introdotto bagnato ne' cannoni troppo scaldati, alle tremende e spesso funeste esplosioni prodotte dall' umidità quando si versa il bronzo fuso in forme non bene asciugate. Ai quali noi possiamo aggiungere il fatto, di una fonderia di ferro in Inghilterra, sopraggiunta dall'acqua di un'inondazione, la quale, penetrata nel crogiuolo dove si trovavano circa 60 metri cubici fra metallo fuso e pietre roventi, lanciò fuori il tutto in tre riprese sino a 50 metri di altezza, e le dissipò in maniera che davvicino non ne rimase più traccia (4). Senzachè noi abbiamo sott'occhio de' continui esempj di questa forza nelle macchine a vapore, sia nel loro uso quotidiano, e sia negli sgraziati accidenti che troppo frequentemente esse presentano. E abbiamo già messa a profitto una siffatta forza, non avendo dubitato poco sopra di attribuirle talvolta lo spaccamento del cono del Vesuvio. E anzi lo Spallanzani trova sì grande una tale potenza, che non vorrebbe ricorrervi se non per esplosioni ben forti, quali può appunto presentare

(1) Il fatto dell' essere le parti più tenui portate a maggiore distanza, era conosciuto da molto tempo. V. Serao, *Istoria dell' Incendio del Vesuvio del maggio* 1737, p. 174.

(2) V. la Nota (3) a pag. LX.

(3) *Viaggi alle Due Sicilie*, T. III, p. 320 e seg.

(4) Il fatto è riportato da M. Ordinaire citato da Daubuisson nel suo *Traité de Géognosie*, T. I, pagina 215, édit. 1819.

il Vesuvio. Ai getti intermittenti dello Stromboli crede bastevole l'azione di altri fluidi aeriformi. E anche il giudizioso P. Della Torre, molto prima dello Spallanzani, attribuiva lo scagliamento di queste materie incoerenti alla violenza del vapore acqueo (1). Ma da quale acqua verrà questo vapore? E come farà esso a produrre il fenomeno di cui ci stiamo occupando?

Più specie di acqua si possono in genere far intervenire nei fenomeni vulcanici, vale a dire: 1.° L'acqua che può trovarsi primitivamente sciolta nella lava; 2.° L'acqua che piove sul cratere e sulla parte di cono superiore al livello delle lave libere; 3.° L'acqua piovana caduta sulle altre parti del monte, e intorno alla base nel medesimo; 4.° L'acqua del mare. Alle prime due di esse abbiamo veduto come pajano da attribuirsi il fumo, i getti intermittenti, e l'effusione della lava dal cratere, e in particolare alla seconda lo squarciamento delle pareti del cono. Ora a questa medesima io crederei doversi in gran parte il fenomeno di cui qui si tratta, cioè lo scagliamento delle materie solide incoerenti, concedendo però che spesse volte vi possa concorrere anche l'acqua che piove sulla rimanente parte del monte. Sarebbe però sempre la sola acqua atmosferica, come ammetteva anche il nominato P. Della Torre. L'acqua del mare non può, secondo me, contribuirvi che qualche rara volta e momentaneamente nel furore delle eruzioni, come dirò fra non molto. E anche il Breislak non ammetteva la comunicazione della cavità del Vesuvio col mare (2), quantunque ben conoscesse l'esistenza dell'acido idroclorico nei gas che da esso Vesuvio si svolgono (3). Nè è a temere che limitandoci alla sola acqua proveniente dall'atmosfera, non si abbia una sufficiente quantità di questo liquido. Dai dati esposti nella Nota VI io calcolo che, dentro l'orlo del cratere, ne cada ogni anno una quantità compresa fra 96 e 300 milioni di chilogrammi (4). E di questa si dissipa bensì senza dubbio una buona parte per evaporazione, prima di discendere dentro il monte; ma ne' periodi di tempo che precedono le eruzioni può un'altra buona parte discendere e rimanere allo stato liquido nell'interno di esso monte, sia nelle screpolature delle roccie a fianco della voragine, e sia negli interstizj fra le materie incoerenti, e serbarsi pronta per dare origine al fenomeno. Al quale io la crederei bastevolissima. Perocchè a produrre l'immensa quantità di cui si vide ingombra l'atmosfera nell'eruzione del 1794, quand'anche fosse stata formata di solo vapore acqueo visibile, avrebbe bastato, giusta un mio calcolo esposto nella Nota VII, la sola acqua che cade entro il cratere in un anno, quando per altro questa si fosse tutta conservata. E appunto l'Hamilton, nella sua descrizione di quell'eruzione, dice espressamente che, per sette continui mesi innanzi, era il Vesuvio rimasto in una notabile quiete, senza il solito piccolo e continuo fumo (5). E il Collegno dice quel riposo ancor più lungo (6). Se convenisse poi chiamare in soccorso altra acqua piovana, noi ne avremmo a disposizione una quantità senza paragone maggiore. La linea

---

(1) *Storia e fenomeni del Vesuvio*, p. 82 e 112.

(2) *Inst. géol.* T. III, p. 115, 118, 119, 121. *Voyages*, T. I, p. 249.

(3) *Inst. géol.* T. III, p. 44, 51, 69, 71. *Voyages*, T. I, p. 247, 275.

(4) Risulta il primo di questi numeri dal supporre che dentro al cratere del Vesuvio, supposto dell'area di 32000 metri quadrati, cada annualmente uno strato di pioggia alto 30 centimetri; e il secondo dall'ammettere che dentro l'area medesima ne cada uno alto 94 centimetri.

(5) *Phil. Trans.*, 1795, p. 75.

(6) *Geologia*, p. 94.

che gira tutto all'intorno della base dell'attuale cono, mostra nella Carta de' contorni di Napoli, annessa all'opera *Napoli e sue vicinanze*, pubblicata in quella città nel 1845, un diametro di 2 miglia geografiche, uguale a poco meno di sei volte il diametro del cratere; e comprende un'area circa 30 volte più grande di questo. E dentro essa sola si può ammettere che cada una quantità di pioggia 30 volte maggiore di quella testè menzionata.

27. *Come l'acqua cadente dall'atmosfera possa preparare il fenomeno.* Io non pretendo di dir cose nuove per riguardo alla spiegazione in genere, sia dell'intero complesso de' fatti che avvengono in una eruzione, e sia di quello particolare del lanciamento de' pezzi incoerenti di cui intendo qui di occuparmi, ammettendo già i più de' geologi che ne sia causa principale il vapore acqueo, e alcuni ritenendo che questo sia precisamente quello dell'acqua piovana, e mostrando essi molto felicemente come un tale vapore acqueo possa dar origine a varie particolarità di siffatti fenomeni. Il mio intento è solamente di mostrare che la spiegazione di cui si tratta può ottimamente adattarsi al mio particolare supposto della molta elevazione del livello normale delle lave. Però non potendosi ben sapere quello che intervenga in quella fornace, dovranno di necessità, come già dissi, rimanere delle imperfezioni in ciò che io sono per esporre. Mi basterà se nel totale, nel massiccio della cosa, io sarò riuscito al mio scopo.

Quando adunque avvenga che nella lava cessino i getti intermittenti, e che sopra essa si formi e si rassodi un rivestimento solido, l'acqua che arriva vicino a una tale lava, sia di fianco, sia superiormente, venutavi o giù direttamente dalla cavità del cratere o dalle screpolature della roccia circostante, lavorerà possentemente, finchè va evaporando, a sottrarre calorico alla lava medesima, a consolidarne una maggior porzione, a raffreddarla e a farla nello stesso tempo screpolare; a quel modo che pel raffreddamento veggiamo altresì screpolare essa lava all'aperto, e dividersi in colonne i basalti, e presentarsi fesse in moltissimi luoghi le rocce di origine ignea. E penetrando essa acqua da questi screpoli, porterà gradatamente più abbasso la sua azione raffreddante e solidificante. E se ella, rallentando alquanto o sospendendo anche affatto la sua evaporazione, verrà poscia ad accumularsi, e insieme a tenere continuamente occupati i vani più profondi apertisi nella lava solida, il che è quello che nel presente caso io suppongo, nascerà allora dal peso di essa acqua un aumento di pressione sui punti infimi a cui sarà giunta, il quale farà sì che l'ebullizione in questi punti esiga una temperatura molto più elevata di quella dell'ebullizione all'aperto a quell'altitudine geografica. E siccome la sorgente del calore sarà più che sufficiente all'uopo, così la temperatura andrà ivi crescendo sino a che possa effettuarsi una tale difficoltata ebullizione. Se, p. e., la pressione dell'atmosfera a quella altitudine sarà equivalente a 9 metri di acqua o a 662 millimetri di mercurio, e farà che alla ebullizione abbisognino gradi centigradi 96,4, potrà la colonna d'acqua, quando avrà raggiunta la piccola altezza di metri 1 ⅓, salire nel suo punto infimo sino alla temperatura di 100° C; giacchè ivi la pressione equivarrà a metri 10 ⅓ di acqua, ossia ad una ordinaria atmosfera, sotto cui l'acqua non bolle che a + 100° C, e potrà questa essere scaldata sino a questo punto. Quando invece essa colonna d'acqua avrà raggiunta un'altezza di 10 metri, potrà sul fondo arrivare sino alla temperatura di + 119° C, perchè solo a questa può essa acqua bollire sotto all'altezza premente di metri 19 d'acqua, 10 spettanti alla colonna d'acqua e 9 all'atmosfera in quel luogo; e

così dicasi di altre maggiori altezze (1), alle quali, quando siano molto grandi, potranno corrispondere temperature sommamente elevate. Però queste si avranno solamente sul fondo di tali colonne d'acqua; giacchè nei luoghi situati a profondità minori si troveranno temperature gradatamente meno elevate, al più cioè quella della corrispondente locale ebullizione. Così avviene nel pozzo del maggiore de' Geyser in Islanda, dove nel fondo, alla profondità di metri 23,20 sotto la superficie libera, si è trovata una temperatura di 127°,5 C, e temperature gradatamente minori nei punti mano mano più alti, essendosi osservati vicino alla superficie soli 85° C (2).

Però il molto calore somministrato dalla lava non si limiterà a produrre e a mantenere questa elevata temperatura, ma metterà di tanto in tanto il liquido in ebullizione, la quale potrà talvolta non propagarsi fino alla sommità della colonna acquea, ma fermarsi in vece per via; e allora, in unione co' moti idrostatici, servirà a comunicare il calore dalle parti più basse di essa colonna acquea ad altre vicine più alte. Talvolta nulladimeno, accumulatosi il calore sufficientemente, potrà esso dar origine a una ebullizione molto più viva e impetuosa, e portare questa sino alla sommità, lasciandola però ancora, nei casi che contempliamo, dopo qualche tempo cessare. Sì nell'un caso poi che nell'altro, verrà nelle parti più profonde a dissiparsi molto calorico, dando origine a un consolidamento di altra lava, e ritardando ma preparando più impetuosa l'esplosione. Accadendo di tali interrotte ebullizioni, potrà forse altresì avvenire che i materiali solidi incoerenti che si trovano nell'interno della cavità vulcanica e alla bocca di essa, vengano da esse smossi e spinti l'un contro l'altro, e spezzati in parti più minute, e assestati meglio fra loro, sì che ne vengano meglio riempiuti i vani in essa cavità esistenti. Il quale assestamento, quando in realtà si effettui, obbligherà il vapore a sollevare di poi, non solo l'acqua interposta, ma anche i materiali solidi suddetti, e a ritardare la sua espansione, e ad acquistare con ciò dal calore una maggior forza espansiva, e a produrre alla fine un'esplosione ancor più violenta. Nè il riscaldamento potrà essere vietato dal noto fenomeno *sferoidale* di Boutigny, producente un distacco fra l'acqua e le calde rocce, giacchè, quando un tale fenomeno potesse realmente aver luogo, e il riscaldamento dell'acqua dovesse effettuarsi senza il contatto coi corpi roventi e soltanto per irradiazione, ciò potrebbe bensì ritardare il riscaldamento, ma non impedire l'acquisto della temperatura definitiva. Però, secondo sperienze fatte a questo riguardo da Spallanzani (3), non può aver luogo un tale distacco per le materie scabre, o, com'ei dice, bollicose a bolle aperte, le quali, se vi arriva a contatto dell'acqua, danno scoppj anche essendo roventi; oltre a ciò la forte pressione dell'acqua sovrapposta si opporrebbe a un tale distacco; e

---

(1) Alle seguenti profondità sotto la superficie libera, e corrispondentemente, in quell'altitudine, alle seguenti pressioni totali, io trovo necessarie all'ebullizione le seguenti temperature, indicate in gradi centigradi da un termometro a mercurio:

profond. met. 10,	pressione tot.^{e} met. 19,	temp. 119°C.		
» 20	» 29	» 132		
» 30	» 39	» 142		
» 100	» 109	» 183		
» 200	» 209	» 214		
» 500	» 509	» 264		
» 2000	» 2009	» 361		

I quali risultamenti io cavo in parte dalla tavola data da Regnault nella sua *Relation des expériences* etc. *pour les machines à vapeur*, p. 62; e in parte da una formola data da Arago e Dulong negli *Ann. Ch. Ph.* T. XLIII, p. 107, anno 1829.

(2) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1847, 16 novembre, p. 934.

(3) *Viaggi alle due Sicilie*, T. III, p. 335.

in fine il pronto riscaldamento e vaporizzamento dell'acqua in mezzo a corpi roventi e fusi l'abbiamo da moltissimi fatti, fra altri da quello della fonderia di ferro di cui parlammo più sopra.

Però in luogo di questo graduato e lento riscaldamento dell'acqua, può in molti casi aversene uno assai più pronto e anzi affatto repentino, allorquando, cioè, per una qualche screpolatura apertasi all'improvviso possa l'acqua discendere sino a parti molto più profonde e più calde; od anche, estendendosi la screpolatura attraverso a tutta la parte già solidificata, venga permesso alla materia fusa di farsi strada all'insù sino all'acqua, il che ella potrà, secondo i miei principj, in grazia della forte pressione sotto cui ella si trova alle grandi prrofondità. In qualunque poi delle indicate maniere avvenga il riscaldamento, arrivato che sia il calore dell'acqua al grado sufficiente, noi abbiamo in pronto tutti gli elementi per la grande esplosione.

28. *Scagliamento di materiali già solidi.* Giunta, come abbiamo detto, la temperatura dell'acqua a un tale grado, che il vapore possa alzare tutta la massa che gli sta sovrapposta, esso la spingerà all'alto, innalzandola più o meno sino a che egli possa, attraverso alle prodotte sconnessioni, trovare una via a passare innanzi, lasciandola dopo ciò ricadere, per ritornare, ove ciò bisogni per la continuazione dell'uscita, a rialzarla di nuovo. E alle prime porzioni di vapore ne terran dietro per quella via molte altre, somministrate in parte dall'acqua caldissima che riempie i vani più profondi, in parte date dall'acqua disseminata in tutto l'ammasso de' pezzi incoerenti, la quale scenderà sul fondo a supplire quella dissipatasi, o anche, senza discendere, aggiungerà direttamente del suo vapore al soffio che s'innalza, e in parte finalmente provenienti esse porzioni di vapore dall'acqua contenuta nelle screpolature della roccia contigua, dalle quali essa acqua andrà trapelando fuori ed evaporando o anche giù scendendo, mano mano che si dissipa l'altra esistente sul fondo. E le prime porzioni di vapore innalzantisi si condenseranno per via, ma le successive, scorrendo frà pareti già riscaldate, arriveranno all'aperto, e fuggiranno in modo impetuosissimo, seco trascinando le materie solide più superficiali, specialmente le più minute, e acquistando, dallo sbarazzamento di tali materie, maggiore libertà ad uscire.

Di queste materie solide poi recate all'alto dal vapore, quelle che sono più suddivise è ben chiaro che, dopo cessata l'espansione di esso vapore, seguiteranno ad essere da lui trascinate all'insù nel suo ulterior salire per la propria di lui leggerezza specifica, e verranno altresì da esso portate seco nel suo diffondersi orizzontalmente, ricadendo poscia, come già dissi, o più presto o più tardi, e quindi più vicino alla bocca ovvero più lungi dalla medesima, secondo che esse sono in particelle più grosse o più fine, e che possono essere più o meno lungamente sorrette.

I pezzi più grossi in vece, dopo breve salita, torneranno subito a ricadere, e molti arrivando sulle pareti interne dell'apertura ridottasi a forma d'imbuto, vi si spezzeranno (1), e giù rotoleranno in compagnia di altri pezzi da essi urtati, determinati anche

(1) Collegno, *Geologia*, p. 92; Breislak, *Institutions géologiques*, T. III, p. 91 e seg. Di un tale spezzamento si ha prova anche da ciò che presentano i pezzi cadenti all'esterno. Veggansi i *Viaggi alle due Sicilie* dello Spallanzani, T. II, p. 42, dove si parla dello Stromboli; come anche la relazione del Brocchi *Sull'eruzione del Vesuvio* del 1812, nel Tomo VI della *Biblioteca italiana* (anno 1817) a p. 280.

questi a discendere in conseguenza del pendio di tali pareti; e giunti tutti insieme alla bocca centrale, e incontratavi nuovamente la violentissima corrente del vapore, saranno trascinati di nuovo all'alto, e quelli fra essi che si troveranno abbastanza piccoli e leggieri, saranno portati al di là del cratere e qua e là disseminati, seguitando gli altri più grossi a cadere la più parte internamente. E gli scotimenti continui che intanto soffrirà il cono vulcanico concorreranno anch'essi a sconnettere e a fare scoscendere i materiali incoerenti che occupano il cratere, e a farli successivamente venire al fondo di quella specie di imbuto, alla guisa del grano in una tramoggia, per essere messi in balia del vapore, e mano mano recati all'esterno, a proporzione che, coll'urtarsi e spezzarsi, si vengono a sminuzzare. E il trituramento e la ejezione potranno continuare sino a che tutto il cratere e la sottoposta profonda cavità sian vuoti, e le materie contenutevi, portate fuori e qua e là dissipate. Così parrebbe avvenuto nella famosa eruzione dell'anno 79 dell'era cristiana, nella quale sarebbero appunto state lanciate all'alto specialmente le materie terree e polverose che tenevano occupato il cratere (1). Così spiegherei anch'io, come fa il Serao, la scomparsa della parte più acuminata del cono vesuviano avvenuta nel 1737 (2). Il quale fatto ebbe altresì luogo nel 1794 (3), e parecchie altre volte, essendosi anzi dal ch. professore Scacchi stabilito il principio, che *le piccole eruzioni servono ad innalzare il cono de' vulcani, e le grandi lo demoliscono* (4). Il che nasce dallo ammontichiarsi nel primo caso i piccoli pezzi di scoria uscenti a poco a poco, e dallo unirvisi le piccole effusioni di lava che fin là si innalzano; le quali materie nel secondo caso si sconnettono, si rompono, e vengono via lanciate. Che venga innalzata e via scagliata tutta in corpo la sommità del monte non lo stimerei sì facile, parendomi a ciò necessaria una forza assai maggiore. E non solo crederei che nell'esposto modo si possano dissipare le materie incoerenti accumulate nel cratere, ma altresì tutte quelle che erano scese ad ingombrare la profonda cavità vulcanica, come anche la lava consolidatasi sul fondo, e poscia, secondo me, suddivisa in varj pezzi. Siffatti materiali ivi chiusi potranno benissimo dalla enorme forza del vapore che sotto loro si può sviluppare, specialmente quando l'acqua delle rocce circostanti, non più impedita dalla pressione dell'altra acqua prima esistente nella detta cavità, abbia potuto penetrare dentro la lava liquida, ovvero questa abbia potuto salire sino all'acqua, potranno benissimo, dico, esser lanciati fuori in più successive porzioni separate, alla guisa di una grossa mitraglia rovente da un immenso cannone, e lasciare così tutta vuota la cavità, e libera alla salita della lava liquida. Al che, per le parti solide più profonde, potrà possentemente contribuire anche la fortissima pressione che vi può esercitare di sotto in su la lava liquida sottoposta; la quale, per poco che sieno sconnesse, potrà cominciare a smuoverle e ad alzarle, lasciando che poscia operi il vapore.

Allorquando il vulcano è rimasto lungo tempo in perfetta quiete, come avvenne avanti l'eruzione del 1631, e più ancora avanti l'antica del 79, si dee per certo ammettere nota-

---

(1) Breislak, *Institutions*, etc. T. III, p. 106.

(2) Serao, *Istoria dell' Incendio del Vesuvio* del maggio 1737, p. 225.

(3) *Phil. Trans.* 1795, p. 90.

(4) *Relazione dell'incendio del Vesuvio*, nel febbrajo 1850, dal *Rendiconto* della R. Accademia delle Scienze di Napoli, gennajo e febbrajo 1850, a p. 23, dove l'autore cita un suo precedente lavoro intitolato *Istoria delle eruzioni del Vesuvio*, ecc., a pagina 119.

bilmente discesa la consolidazione della lava, e notabilmente ingrossata la massa dei materiali solidi da dover esser lanciati all' alto. Ma in ricambio è anche assai maggiore in questo caso la massa d'acqua che può contribuire all'eruzione, potendovi partecipare tutta quella che tiene inzuppato il monte al di sopra del livello che ha allora la lava. Non può essa acqua in tale stato di cose farsi strada fin dentro la massa fusa, essendo questa, per ragioni idrostatiche, sotto un'assai forte pressione; ma può benissimo, per le screpolature esistenti nella parte solida, arrivarle assai presso, in guisa da potere, quando ne capiti occasione, giungere sino alle materie roventi; ed anche, come abbiamo veduto poc'anzi, può da tali screpolature salire la lava liquida sino all'acqua; e ne possono aver origine, se la forza espansiva giunge a superare le resistenze, delle esplosioni molto maggiori delle ordinarie, cioè tanto maggiori quanto più furono lunghi gli intervalli di riposo. Il che è quello che ci fa conoscere la storia.

29. *Lanciamento di materiali divenuti solidi dopo usciti.* Cominciamo dal caso che nell'intervallo di riposo innanzi all'eruzione non siasi la lava consolidata sino a una grande profondità sotto il suo livello normale, e che perciò le sue più elevate porzioni ancora liquide non siano spinte da assai forte pressione contro le solide che loro stanno superiormente e di fianco (è questa pressione, ne' varj punti della lava, proporzionale alla profondità di questa sotto al detto suo livello normale, ossia sotto al punto a cui ella si innalzerebbe senza l' impedimento delle sovrapposte materie solide). In questo caso l' acqua discesa dalle parti superiori del cono col mezzo delle screpolature delle rocce che fiancheggiano la cavità vulcanica, quando rimanga sufficientemente rinchiusa in tali screpolature, e sia guidata da esse fin sotto al luogo ove si trova la lava liquida, può, come altrove si disse, essere spinta in conseguenza della propria pressione in mezzo a questa lava, e sulle prime entrare in essa con molta abbondanza, siccome quella che da molto tempo si trovava accumulata nelle dette screpolature. Ed essa, dopo finito lo scagliamento de' materiali solidi, e talvolta anche prima che questo finisca, sia che entri in tale lava già allo stato di vapore pel forte calore ricevuto prima di uscire dalla roccia, sia che vi entri in istato ancor liquido e si vaporizzi di poi, dovrà subito manifestarvi una grandissima forza espansiva, e con essa mandar fuori una gran parte di siffatta lava. Però anche indipendentemente dalla penetrazione di quest'acqua, può la pressione che la detta lava soffre dalle sue parti inferiori e che la sollecita all'insù, sgombrata che sia la cavità vulcanica da una gran parte delle materie solide, può, dico, una tale pressione spinger via, come s'è già detto, le parti solide rimanenti, e far salire la lava medesima, o anche farla trapelare frammezzo alle materie solide che non avessero potuto esser rimosse, ma che lasciassero bastevoli intervalli. E con ciò la lava si recherebbe ella stessa ai luoghi ove si trovasse raccolta dell'acqua, e vaporizzando questa rapidamente, potrebbe dalla forza del suo vapore, insieme con abbondanti masse di questo, essere mandata fuori. E ne uscirebbe o lanciata in pezzi staccati più o men numerosi e più o meno frequenti, ovvero sorbollendo in una massa continuata più o meno mista di materie acriformi, secondo la quantità della lava stessa, secondo la quantità e la temperatura dell'acqua, e secondo la forma della cavità vulcanica. Nè in tutto ciò può il ragionamento ben indovinare i fatti, con tanta incertezza e variabilità dei dati.

Consideriamo ora l'altro caso, cioè che nel suddetto anteriore tempo di riposo abbia potuto la consolidazione della lava discendere a molta profondità, p. e., a parecchie

centinaja di metri al di sotto del livello normale. È allora impossibile all'acqua, anche a quella proveniente dalle parti più elevate del monte, di penetrare in essa lava, attesa la prevalente pressione sotto cui quest'ultima necessariamente si trova. Ma in contraccambio può la pressione stessa, dopo tolta una gran parte de' materiali solidi che ingombrano la cavità, rimuovere validamente i rimanenti, e far trapelare, mi si permetta ridirlo, frammezzo alle sconnessioni delle parti non rimovibili, una grande quantità di essa materia fusa. La quale non mancherà di incontrare molta acqua, potendo questa essere affluita a quel basso luogo non solo dalle parti superiori del monte, ma anche da altre molto meno alte. E quindi non vi sarà mancanza del vapore necessario a spingere fuori essa lava dalla bocca del cratere, nell'una o nell'altra delle indicate maniere. E mi sia concesso notare che della detta pressione della lava non può profittare chi non ammette i miei principj.

Qualunque poi sia la profondità primitiva a cui si trova la lava ancor liquida, se avverrà che il sorbollimento o lo scagliamento di questa sia molto abbondante, e angusta invece e stentata la comunicazione coll'interno nucleo liquido, specialmente nelle parti inferiori, dovrà in tal caso scemare e quasi svanire, coll'aprirsi del passaggio all'insù, la pressione suddetta che essa lava soffre dal di sotto, nè rimanere che quella esercitata dalle parti di lava sovrastanti, le quali non venendo con abbastanza prontezza surrogate mano mano che vanno uscendo, potranno anch'esse diminuire gradatamente di massa e di peso; e lasciare che l'acqua accorsa dalle rocce circostanti, e conservata per qualche altezza in canaletti chiusi, si insinui frammezzo alla lava medesima, e la scagli fuori o la faccia sorbollire, e ne diminuisca così ancor più la quantità, come anche il peso sulle sue parti inferiori. E con questo verrà facilitato l'accesso dell'acqua stessa a parti di lava ancor più basse; venendo permesso di uscir dalle rocce contigue ad acqua che precedentemente trovavasi impedita dalla pressione della lava stessa contro le bocche d'uscita. E così, per lo scemare della lava entro la cavità vulcanica si rinforzerà quella causa per cui ella va scemando; il che potrà produrre o un effettivo abbassamento notabilissimo, fors'anche fin sotto al livello del mare; o in genere, potendo essa lava aver molto volume per meschianza abbondante di fluidi aeriformi, una diminuzione della pressione sulle parti sottoposte. La quale diminuzione per altro non sarà indefinita. Giacchè l'acqua sgorgante dalle rocce dee in progresso scemare, laddove la massa della lava è inesauribile, e quanto più se ne abbassa il livello o ne diminuisce la pressione superiore, tanto più, per ragioni idrostatiche, cresce la forza che ne fa salire nuove porzioni dal profondo. Talchè infine dee il detto abbassamento o la detta diminuzione di pressione arrestarsi, e la superficie della lava risalir poscia di nuovo, e dee la ripristinata pressione prodotta dal peso di essa impedire mano mano l'uscita dell'acqua dalle rocce, e cessare essa lava d'essere scagliata, nè presentare che un leggiero sorbollimento, e tornare in fine a mettersi al primiero normale livello.

L'uscita di questa lava si effettuerà molte volte, come si è detto, in piccole masse discontinue; le quali, quando l'uscita sia abbondante e impetuosa, dovranno alla notte, insieme colle masse solide più riscaldate, avere l'apparenza di vivissime fiamme. Alla quale apparenza contribuirà altresì, come si disse, l'illuminazione dell'aria circostante e del fumo, e talvolta in piccola parte anche la combustione di qualche gas infiammabile che si svolga dalle lave.

E che avverrà egli di quella lava dopo scagliata? Ella si dividerà, come or ora s'è veduto, in tante parti lanciate separatamente l'una dall'altra, ora più grandi ed ora più piccole, in proporzione del grado di liquidità che allora possederanno, e in proporzione della velocità della projezione. E queste parti, secondo la grandezza e la velocità suddette, e secondo la direzione dello scagliamento e il moto de' fluidi aeriformi seco loro uscenti, si porteranno a maggiore o minore altezza, per tornare di poi a ricadere. Durante il quale cammino, venendo raffreddate dalla propria irradiazione, dal contatto dell'aria incontrata, e dal contatto del vapore medesimo in cui nuotano e che col dilatarsi si raffredda anch'esso grandemente, si faranno gradatamente più solide, specialmente alla superficie; e per lo più, in grazia delle materie gazificabili che prima tenevano sciolte, e che esse, arrivando all'aperto, sia per la solidificazione loro e sia pel diminuir della pressione, lasciano svolgere, riusciranno spugnose e leggiere. Nel loro ricadere verranno a terra per una gran parte fuori del cratere, e, al pari di quelle primitivamente solide, tanto più lungi da esso quanto più sono minute. In parte però cadranno anche dentro; e queste, quando sieno già ben indurate, venendo a urtarsi o co' pezzi che si innalzano o colle pareti del detto cratere, daranno origine a pezzi meno grossi, i quali dalla forza de' vapori verran nuovamente riportati in alto, e insieme co' minuti frammenti de' pezzi primitivamente solidi, recati ad altezze e distanze maggiori (1).

---

(1) Quantunque la qualità della superficie, ora interrotta e scabra e ora liscia ed unita, possa dar molto lume, pure i naturalisti sono assai in disaccordo sul modo del formarsi di diverse materie vulcaniche. Alcuni, p. e., ammettono che le ceneri, le arene e i lapilli siano prodotti da uno spezzamento di corpi maggiori, e altri li riguardano come derivati da consolidazioni di masse liquide più o meno fine, e talora tenuissime (Serao, *Istoria dell'Incendio del Vesuvio* del 1737, pagina 182; Spallanzani, *Viaggi*, T. II, p. 24; Breislak, *Institutions géologiques*, T. III, p. 91 e seguente; Monticelli, *Opere*, T. III, p. 151; Pilla, *Geologia*, T. I, p, 250; Leonhard, *Geologie*, T. V, 171). Non ispetta a me l'occuparmi di siffatto argomento; mi permetterò nulladimeno di proporre su certe particolari produzioni vulcaniche alcuni miei pensieri.

Esporrò in primo luogo una mia opinione intorno ad una specie di pomici, intorno cioè a quelle che sono state lanciate dall'interno de' vulcani e la cui tessitura (Leonhard, *Geologie*, T. V, p. 80; Collegno, *Geologia*, p. 92) è quella di fibre confusamente intrecciate. Io riguarderei queste siccome derivate da materie fuse, tenenti in soluzione qualche sostanza gazificabile, e probabilmente dell'acqua, e le quali avessero cominciato a solidificarsi mentre si trovavano sotto una forte pressione, da cui fosse impedito alla sostanza gazificabile di potersi svolgere, e fossero state lanciate fuori in questo stato di semisolidificazione. Diminuita allora la pressione esterna, la detta sostanza gazificabile si sarebbe sviluppata, e avrebbe espulsa quasi interamente la porzione minerale ancor fusa, lasciando indietro la sola porzione già solida e cristallizzata, la quale, come avviene in parecchie cristallizzazioni, p. e., in quella dello zolfo per fusione, potrebbe appunto presentare un tessuto fibroso a fibre intrecciate. Un solo centesimo in peso di acqua contenuta in tali materie fuse sarebbe a ciò sufficientissimo. Infatti, ridotta quest'acqua alla temperatura 0° C, avrebbe essa il volume di circa $2^1/_2$ centesimi del volume del pezzo fuso ancor pieno. Un egual peso d'aria a 0° sotto la pressione di 760 millimetri di mercurio, avrebbe un volume 770 volte maggiore. Portata quest'aria alla temperatura di 545° C (molto minore, secondo me, di quella a cui la lava incomincia a solidificarsi) ella avrebbe un volume triplo di quello ch'ella ha a 0°. Recata quindi con questa temperatura sotto la pressione di 25 pollici di mercurio, ossia di millim. 677, il suo volume crescerebbe come 677 a 760. E sostituito un egual peso di vapore acqueo che si trovasse sotto una tale pressione e a una tale temperatura, si avrebbe in questo un volume ancor più grande, in ragione di 8 a 5. Il vapore adunque dell'acqua contenuta nel detto pezzo fuso, sotto la pressione di 25 pollici, e alla temperatura di 545° C, avrebbe un volume maggiore di quello di esso pezzo, in ragione di

$$\frac{2^1/_2}{100} \cdot 770 \cdot 3 \cdot \frac{760}{677} \cdot \frac{8}{5} : 1$$

ossia di 104: 1, il qual volume di vapore nel suo svolgersi caccerebbe agevolmente fuori dal detto

30. *Materiali uscenti allo stato aeriforme.* Alcuni di questi si riducono, dopo usciti, allo stato solido, altri al liquido, e alcuni rimangono aeriformi. Dirò qualche cosa di tutte e tre le specie.

Insieme col vapore acqueo e con piccole quantità di alcuni gas permanenti, escono volatilizzate, in grazia del fortissimo calore, anche alcune materie che alle ordinarie temperature son solide. È questo il caso di alcune sostanze sulfuree e saline. Possono queste salire dal nucleo liquido, miste colla lava, in istato di liquidità, e ridursi aeriformi nell'arrivare sotto minor pressione. E possono anche provenire dalle rocce presso cui passa la materia fusa, svolgendosi o addirittura allo stato aeriforme, ovvero allo stato di liquidità, e facendosi aeriformi di poi. Qualunque ne sia l'origine, giungendo all'aperto, il raffreddamento loro, per l'irradiazione e pel contatto dell'atmosfera, le ritorna di nuovo o addirittura allo stato solido, ovvero prima allo stato di liquidità e poi a quello di solidità.

Le polveri vulcaniche che vengono in una eruzione a cadere le prime, sogliono essere

---

pezzo pressochè tutta la parte di materia non ancora solidificata. E non è esorbitante la quantità d'acqua da me supposta, essendosi trovato nei basalti fino a 5 centesimi in peso fra acqua e altre materie volatilizzabili (Bischof, *Wärmelehre*, p. 316; dicendo però egli che la lava che invase Catania nel 1669 non diè tracce d'acqua, al che forse s'accorderebbe l'osservazione di Spallanzani, *Viaggi*, T. I, p. 283, che nell'Etna non si hanno pomici). La spiegazione vale evidentemente anche per quantità di materie gazificabili assai diverse da quella assuntasi, come anche per tutt'altra temperatura e pressione. Non si potrebbe però estendere a quelle pomici, le quali arrivarono all'aperto senza esser solide in nessuna loro parte, ma in istato soltanto molle, e dove si scorgono fibre parallele, a seconda del movimento secondo cui si erano mosse (Leonhard, *ibid.*): in queste i fluidi aeriformi si svolsero evidentemente in bolle in mezzo a materia, la quale cedendo ha potuto lasciar luogo alla loro espansione, e distendendosi nella direzione del moto, produrre l'allungamento e il parallelismo di tali bolle. E nemmeno si può applicare la detta spiegazione alle scorie e alle altre materie bollicose, dove le bolle o interstizj occupati dall'aria, quantunque non allungati per mancanza di quella distensione, mostrano colla loro forma rotondata che i fluidi aeriformi si svolsero in una materia non ancora solida (Sulla struttura di diversi prodotti vulcanici, e in ispecie sull'essere i medesimi più o meno porosi e più o meno cristallini, vuol essere letta la *Wärmelehre* di Bischof, a pagina 313 e seg.). — E qui mi sia permesso di manifestare un desiderio. Parendo da molte delle cose anzidette, che tanto nella formazione de' menzionati prodotti quanto in un'altra gran parte de' fenomeni vulcanici, possa avere una grande azione l'acqua che forse si trova originariamente sciolta nella lava, io stimerei un lavoro di molta importanza quello di continuare ed estendere le ricerche sulle quantità di un tale liquido contenute nelle diverse specie di lava solida, e in particolare in quelle lave che si sono consolidate a grandi profondità, sotto il peso di alte masse d'altra lava, come pure in quelle che al contrario si mantennero lungo tempo liquide sotto la semplice pressione dell'atmosfera, quali sono forse quelle del cratere dello Stromboli e quelle del Kirauea (V. la *Wärmelehre* citata, a p. 316).

Dirò in secondo luogo delle così dette *Bombe vulcaniche;* non però di quelle fatte a pera, descritte da Leonhard (*Geologie*, T. V, p. 156) sotto il nome di *gocce* o *lagrime del Vesuvio*, nè di quelle che han forme di sferoidi allungate ed acuminate, e che la popolazione vicina al Vesuvio crede prodotte dalle folgori vulcaniche, e appella collo stesso nome di queste, cioè *ferilli* (Hamilton, *Phil. Trans.* 1780, p. 82; 1795, p. 80, 91; Monticelli, *Opere*, T. II, p. 33), bensì di quelle di forma sferoidale appiattita e talvolta perfettamente sferica, di cui parla il Breislak ne' suoi *Voyages dans la Campanie*, T. I, p. 258. Queste, secondo lui, non sono tutte della stessa natura. Alcune, die' egli, sono de' frammenti di antiche lave rivestite esternamente della nuova lava attraverso a cui sono state lanciate. E il loro rivestimento, quando non paja più conveniente di attribuirlo a un voltolamento di pezzi già solidi in mezzo alla lava liquida, io crederei che si possa spiegare nel modo medesimo che da parecchi si ammette per l'ingrossamento dei pezzi di grandine (Veggasi il mio *Corso di Fisica*, T. II, p. 471, e T. III, pagina 743). Crederei cioè che, mentre il nucleo primitivo saliva in alto per la spinta de' fluidi aeriformi uscenti dal cratere, ed era da essi per alquanto tempo ajutato nella salita, e poscia lungamente contrastato e ritardato nella ricaduta, questi fluidi ab-

assai più nere e affumicate e untuose di quelle che cadono dappoi. Il che si attribuisce alla condensazione di certi vapori, p. e. di petriolio, di zolfo, ec., che si sviluppano al principio di tali eruzioni, e si condensano sopra siffatte polveri. Potrebbe a ciò contribuire assai la fredda temperatura di quelle fra tali polveri, le quali derivassero da materiali sconnessi e superficiali, giacenti ancora freddi sui crateri al principio delle eruzioni. E quest'ultima potrebbe altresì essere la ragione di un fatto osservato da Hamilton nella grande eruzione del 1794 (1), dell' essersi cioè mostrate umidissime quelle ceneri che caddero dapprincipio: potrebbero anche queste avere appartenuto alle parti più superficiali e più fredde del terreno, e avere determinato la condensazione sopra di sè di molta parte del vapore acqueo che le sollevava.

La più abbondante materia poi che esca dai vulcani in istato aeriforme è il detto vapore acqueo, nato dalla molta acqua che è il principale agente del fenomeno, e che ridotta in vapore, nello spingere fuori gli altri materiali, se n' esce essa pure con loro. Arrivata poi nelle elevate regioni atmosferiche, e ridottasi fredda sì per la dilatazione,

---

biano portato e gettato all' insù contro la sua superficie una grande quantità di piccole parti fuse, le quali vi si sieno attaccate tutto all' intorno in grazia di un moto rotatorio a lui comunicato da un primitivo urto eccentrico, e mantenuto e insieme alterato da altri urti eccentrici consecutivi: il che darebbe anche una facile ragione della struttura a strati concentrici che spesse volte presentano (Collegno, *Geologia*, p. 92). Non mi fermerò sulla compressione della loro figura, presentandosene più spegazioni (p. e. di una forza centrifuga, di una aggiunta di nuovi strati in una sola loro zona, di uno schiacciamento per mollezza, sia subitaneo nell' arrivare i pezzi a terra, sia lento dopo arrivativi), fra le quali la scelta esigerebbe prima un diligente esame degli oggetti stessi. Opina il Breislak che taluna di queste bombe a nucleo solido possa derivare da fusione superficiale di pezzi dapprima affatto solidi. Io ne dubiterei, e stimerei ch' egli sia stato condotto a questa supposizione dalla credenza, assai comune nello scorso secolo, che le lave, anzichè essere materie originariamente fluide, derivino da fusione di rocce già solide.

Altre di tali bombe sono, secondo il medesimo, delle porzioni di lava state lanciate in alto in istato di fluidità, e induratesi poscia alla superficie pel contatto dell' aria; e sogliono mostrare nell' interno una cavità con delle screpolature incontrantisi a diversi angoli. Io crederei che anche queste possano qualche volta essersi ingrossate dopo il lanciamento, per aggregazioni esterne, nel modo poc' anzi descritto. E la cavità interna si sarebbe, secondo me, formata nella stessa maniera de' vani che spesso si scontrano nelle palle di piombo da schioppo. Avrebbero, cioè, cominciato a raffreddarsi e consolidarsi le parti esterne sopra le interne ancor calde e dilatate, e avrebbero perciò preso esse parti esterne delle dimensioni più grandi che quando si fossero raffreddate insieme colle interne, nè avrebbero poscia potuto queste ultime, quando si vennero anch' esse a raffreddare e a restringere, ritirarsi verso l'interno, ma avrebbero dovuto in vece restare congiunte colle esterne, già fredde e resistenti a ogni cangiamento di dimensioni; e da questo ritiramento delle parti interne verso l' esterno sarebbero nate quelle cavità. Le screpolature sarebbero derivate da un ulteriore raffreddamento e restringimento delle parti interne medesime, quando anch' esse erano già divenute rigide. A tali screpolature, propagate talvolta anche alle parti più superficiali, potrebbe attribuirsi lo spezzamento spontaneo a cui le medesime vanno alcune volte soggette, come si osservò fra altri casi in Islanda nel 1755, e nel Vesuvio nella eruzione del 1779 (Gehler's, *Phys. Wört.*, art. *Vulcane*, pagina 2244 e 2265; *Phil. Trans.* 1780, p. 82). Però qualche volta potrebbe lo scoppio derivare da uno screpolamento della crosta superficiale, per un troppo rapido raffreddamento esterno, ovvero anche da una espansione di fluidi aeriformi rinchiusi (*Phil. Trans.*, 1780, p. 79), la quale, a mio credere, sarebbe favorita da una diminuzione della pressione atmosferica su esse bombe nel loro salire all' alto.

Terminerò dicendo che la grossezza di cotali bombe varia da quella di una noce a quella di un piede e più in diametro, e che intorno ad esse si occupò altresì verso il 1820 il principe Cristiano Federico di Danimarca, il quale ne pubblicò una Memoria nel 2.° volume degli Atti della R. Accademia di Napoli (Monticelli, *Opere*, T. II, p. 77, 152, 176). Intorno ad alcune che si rinvengono presso il lago di Laach in Germania, veggasi la *Geologie* di Leonhard, T. V, p. 681.

(1) *Phil. Trans.* 1795, p. 84.

che per la mescolanza coll'aria, e per la fredda temperatura di tutti i corpi che le stanno dintorno in distanza, e coi quali comunica per irradiazione, si riduce in minime goccioline sospese, formando voluminosisissime nubi, le quali, insieme co' minuti materiali solidi sparsi allora anch'essi nell'atmosfera, rendono questa per ampj tratti oscurissima. Da tali nubi si hanno poi ordinariamente delle abbondanti piogge. Crede però il Ducarla, che a formare siffatte nubi e piogge concorra altresì, per molta parte, il vapore acqueo già diffuso nell'atmosfera circostante, e trascinato in alto a regioni atmosferiche più fredde dallo innalzarsi dei vapori vulcanici (1). E questo pensiero è avvalorato dalla seguente osservazione fatta dal Breislak nella eruzione del 1794. Die'egli che fino al 5 luglio (l'eruzione era incominciata la sera del 15 giugno) si ebbero delle grandi piogge, continue e talvolta impetuosissime. *Appena compariva una nube sull'orizzonte, questa pareva come attirata dal vulcano, e arrivatavi, si aveva subito un'impetuosa pioggia* (2). Anche l'Hamilton, nella sua storia di una tale eruzione, parla di nubi attirate dal Vesuvio (3). Comunque poi sia, le dette nubi oscure alzantisi dai crateri, al pari di quelle dei temporali, sogliono, nelle grandi eruzioni, essere solcate da vive folgori, accompagnate queste talvolta da forti tuoni (4).

---

(1) *Journal de Physique*, T. XX, anno 1782.

(2) *Voyages dans la Campanie*, T. I, p. 219.

(3) *Phil. Trans.* 1795, p. 106.

(4) Ne cita fra altri diversi esempi l'Hamilton (*Phil. Trans.* 1795, p. 81 e 91), il quale narra che da una di esse folgori, nell'eruzione del 1794, venne fulminata la casa del marchese di Berio a S. Jorio: il che a vero dire avvien di raro, non uscendo, per solito, queste folgori dalle loro nubi vulcaniche, e anzi nelle piccole eruzioni non mostrandosi, come io fatti l'Hamilton non le vide che nelle grandi eruzioni del 1767 e del 1779, e in quella formidabile del 1794. Nella seconda delle quali egli rammenta che tali folgori non tuonavano, e si aggiravano continuamente entro la nube vulcanica; nella terza invece erano accompagnate da fortissimi tuoni, e uscivano sovente a fulminare gli oggetti esterni. Ricorda poi ch'elle si videro, e maggiori delle folgori ordinarie, anche nella grande eruzione descritta da Plinio il giovane. E pare altresì che a tutte le eruzioni si accompagni un'abbondante elettricità, e questa di specie positiva; del che si ebbero specialmente prove, nell'eruzione vesuviana del 1855, da una serie di osservazioni fatte nell'Osservatorio meteorologico colà eretto, col mezzo di un nuovo e ben immaginato elettrometro atmosferico inventato dal prof. L. Palmieri (*Memoria sull' incendio Vesuviano del maggio* 1855, pag. 103 e seg.).

Cita l'Hamilton (*Phil. Trans.* 1795, p. 82) un altro fatto presentatosi nelle eruzioni del 1779 e del 1794, e il quale, nell'apparenza, ha qualche relazione colle folgori, ma forse deriva da tutt'altra causa. Egli è quello dell'uscita di palle da fuoco, alcune assai grandi, dalle gigantesche nubi sovrapposte al cratere, le quali palle scoppiavano nell'aria mandando raggi di fuoco, da lui giudicati di natura elettrica, e che si assomigliavano a quelli lanciati a guisa di serpenti dalle palle luminose che fannosi scoppiare in alto nei fuochi d'artificio. Fra gli altri esempi, il di che Napoli era, nel 1794, maggiormente minacciata da tali nubi vulcaniche, due di siffatte palle, piccole di mole e congiunte insieme da una specie di catena, a somiglianza delle palle incatenate dell'artiglieria, arrivarono sino a Posilipo presso la sua abitazione; ivi si divisero e caddero, l'una in una vicina vigna e l'altra nel mare, facendo udire lo strepito della percossa sull'acqua. Io troverei molto difficile che queste fossero state due porzioni di lava conservatesi con superficie rovente dopo tanto viaggio in mezzo ad aria fredda. Forse derivarono da una qualche materia combustibile solida, ovvero da una liquida, sparsa ne'vani di qualche solido poroso, p. e. da zolfo, o da petrolio (del quale petrolio vide Hamilton molta quantità galleggiar sul mare in questa eruzione, *Phil. Trans.* 1795, p. 90); la quale materia fosse stata accesa e trasportata per l'aria fino a quel luogo, e quindi, suddivisa in due parti, fosse discesa a terra. Fors'anche vennero prodotte da due rami di una colonna di qualche gas infiammabile, uscita dal terreno a poca distanza del luogo ove tali palle si videro, e la quale in alto si fosse divisa e ripiegata in seguito all'ingiù, lasciando discendere un ramo sulla vigna, e arrivar l'altro sino al mare, su cui alquanto si allargasse: accesa questa colonna in qualche suo punto, si sarebbe poscia successivamente abbruciata in tutta la sua larghezza. Così sogliamo spiegare i fuochi fatui. Così spiega il Bellani un globo infiammato vedutosi a Potenza in

Secondo alcuni, le bocche vulcaniche mandano fuori, qualche volta, molta acqua anche in istato liquido (1). Al che la teoria nulla avrebbe da opporre, potendo benissimo il calore delle lave, quantunque violentissimo, non aver sempre il tempo da ridurre in vapore tutta l'acqua che arriva in mezzo ad esse. E spesso può una tale acqua non arrivare in contatto di corpi assolutamente roventi, benchè assai caldi. Dell'acqua salsa che qualche volta versò l'Etna, parleremo a suo luogo.

Fra le sostanze finalmente che rimangono aeriformi anche dopo uscite, noi possiamo citare il gas acido solforoso, il gas idrogeno solforato, il gas acido carbonico, il gas acido idroclorico, di cui torneremo a parlare più sotto, ec.

31. *Fiamme uscenti da bocche diverse dal cratere.* Se queste bocche si trovano all'alto del monte, nulla io ho a dire che sia differente da quanto si espose in riguardo al cratere. Bensì gioverà considerare un momento quelle bocche che talvolta si formano ad assai minore elevazione, quali sarebbero quelle che io dissi (§ 24) essersi aperte nel 1794 alla base del Vesuvio dalla banda rivolta al mare, e dalle quali parvero spicciar vive fiamme. Da tali aperture, quando scendano giù sino alla lava liquida, s'innalza questa ed esce per ragioni idrostatiche, ma passando accanto all'acqua che tiene inzuppato il terreno, ella converte questa subitamente in vapore, il quale, espandendosi con violenza, scaglia via tanto la sovrastante terra, quanto la lava progredita oltre; e questa divisa in brani roventi dà l'indicata apparenza di fiamme, coll'accompagnamento di molte detonazioni prodotte dalla espansione medesima. Talvolta può invece nascere il fenomeno da acqua che inzuppi il terreno, e che scenda per quelle aperture sin giù alle materie solide roventi, convertendosi ivi in vapore, e scagliando in su anche parte di queste materie.

Molte altre particolarità si potrebbero considerare, oltre alle descritte, nelle eruzioni del Vesuvio. Ma su di esse, per non estendermi eccessivamente e con qualche temerità intorno a cose, riguardo a cui non sono ancora ben determinati molti degli elementi necessarj a conoscersi, io non credo di dovermi trattenere. Mi limiterò a dire che, in genere, la ragione dei fenomeni si trova tutta, a mio giudizio, nei principj già posti, e che la difficoltà sta forse soltanto nel saperli ben applicare; come pure, che le molte differenze dall'un caso all'altro dipendono dalla diversa ampiezza e profondità che può nei varj casi avere la cavità vulcanica, dalla qualità e quantità de' materiali che possono

---

Basilicata cadere dall'alto con luce vivissima e scoppiare come tuono (Della Luna, ecc. *Annali Univ. d'Agric.* 1833, vol. XVI, p. 265). E io crederei della stessa natura le *folgori globulari* osservate da Babinet, e menzionate nei *Comptes Rendus* dell'Accademia delle scienze di Parigi pel 1.° luglio 1852, e descritte anche da Arago nell'*Annuaire* pel 1838 (p. 257), come più lente delle folgori ordinarie, meno abbaglianti, e mostrantisi indifferenti ai conduttori metallici. E si può imitare il fenomeno col noto giuoco dell'accendere il fumo d'una candela appena spenta, mediante una fiamma che lo incontri a qualche distanza dal lucignolo. Un'ultima maniera di dar ragione delle due palle luminose arrivate a Posilipo (nè io saprei per ora a quale delle tre maniere dar la preferenza) sarebbe quella di attribuirle a sprizzi di materia fusa usciti da una bomba vulcanica, formata da lava consolidatasi in aria, e nella quale per raffreddamento e troppo restringimento si fosse screpolato l'inviluppo. Bombe vulcaniche scoppiate in aria si ebbero in più altre occasioni, come già vedemmo poco sopra, e anche in questa stessa eruzione del 1794. E in ispecie ebbesi in questa quella enorme palla che Hamilton dice veduta dall'abate Tata uscir dal cratere, e scoppiare nell'aria a qualche distanza dal monte, lasciando udire subito dopo uno strepito come di grossa grandine cadente.

(1) Daubuisson, *Géognosie*, T. I, p. 184. ediz. 1819. Hamilton, *Phil. Trans.* 1768, p. 8.

tenerla ingombrata, dalla quantità d'acqua che vi si può trovare raccolta e che continuamente vi affluisce, dalla temperatura che questa vi può acquistare, ec. E in riguardo alla mia tesi principale, della molta elevazione del livello normale della lava liquida, io considererò, oltre al già detto, che i frequenti e poco gravi parossismi che in alcune epoche presenta il Vesuvio, sembrano indicare aver egli la lava, almeno allora, ad una poco grande profondità sotto il cratere; l'acqua piovana può così arrivarvi facilmente a contatto o in vicinanza, e produrre delle commozioni, e far uscire dei materiali o solidi o liquidi. Più di raro, ma nello stesso tempo in modo più grandioso, si dovrebbero rinnovare questi avvenimenti, se la lava rimanesse a profondità molto grandi. Il che è infatti quello che si osserva nell'Etna e ne' monti ignivomi più elevati (1).

32. *Soluzione di una difficoltà.* Ho passato in rivista i diversi fenomeni precedenti, coll'intendimento di mostrare che la mia conclusione della molta altezza a cui naturalmente si debbono tener le lave non apporta alla spiegazione di tali fenomeni verun nuovo imbarazzo, e che anzi alcuni de' medesimi vengono con essa meglio spiegati. Debbo però confessare, esservi un fatto che presenta alla mia dottrina una difficoltà, e il quale m'è d'uopo rischiarare. Consiste questo nella grande quantità, che le eruzioni del Vesuvio ci presentano, di acido idroclorico e di sali formati col medesimo. Se il livello normale della lava si trova in questo vulcano a tanta elevazione quanta io suppongo, cioè a circa 800 metri sopra la superficie del mare, le acque marine non possono al certo, come già abbiamo detto al § 26, penetrare sin dentro alla lava fusa; giacchè essendo questa più densa di tali acque, ed avendo una maggiore altezza premente, dovrebbe

(1) Nell'eruzione del Vesuvio del maggio 1855 si osservò un fatto che concorre anch'esso, a mio parere, a mostrare molto elevato il livello della lava in tale vulcano. Mentre dall'Osservatorio meteorologico eretto a piè del cono vesuviano si stava considerando il torrente di lava che passava dal fosso della Vetrana, videsi per molti giorni, cioè dal 5 infino al 19 maggio, una periodica variazione nella quantità della lava stessa, a intervalli di poco più di 12 ore da un incremento all'altro, in guisa che l'incremento mattutino, mostratosi il di sei alle ore 5, il di tredici apparve invece alle ore 11. Queste però non erano le ore del massimo efflusso della lava dalla bocca d'uscita, anticipando esso massimo efflusso, secondo gli osservatori, di qualche ora, cioè non meno di quattro ore e non più di sei; ma ritenuto un tale divario, è chiaro che quel periodo valeva anche per l'efflusso. Avvertono poi i medesimi, che un doppio periodo giornaliero era già stato notato molto tempo prima, facendone parola Hamilton nelle *Phil. Tans.* pel 1780 a p. 65. Pareva però allora che gli accessi avessero luogo a mezzodì e a mezzanotte; ma i moderni osservatori affermano, che forse non v'ebbe mai eruzione che fosse acconcia come questa ad osservazioni di un tal genere (*Memoria sull'incendio vesuviano del maggio* 1855, p. 76). È questo senza alcun dubbio un fatto importantissimo per la fisica terrestre, parendo mostrare un interno periodico movimento del nostro pianeta paragonabile alle maree. E da esso, fra altre deduzioni, io crederei, dal canto mio, poterne cavar la seguente. Siccome le variazioni che il nostro pianeta può presentare ne' suoi diametri in forza delle azioni solare e lunare, non possono arrivare che a pochi piedi, anche quando esso pianeta, al pari d'una massa liquida, si presti senza verun contrasto a cotali mutazioni di figura; così io credo che non si possa ammettere un cangiamento maggiore di questo nella normale altezza della leva de' vulcani. Ora un cangiamento sì piccolo può ben influire assai sulla quantità della lava uscente da un'apertura, allorquando il livello normale di essa lava si trovi a una elevazione poco diversa da quella dell'apertura stessa, potendo allora una differenza d'altezza di pochi piedi far subito variare d'assai l'efflusso. Ma quando il livello normale fosse invece profondissimo, e l'innalzamento della lava fino alla bocca d'uscita fosse interamente dovuto all'azione de' fluidi aeriformi, mi sembra che le molte variazioni accidentali a cui quest'azione andrebbe soggetta, sarebbero certamente assai più grandi, e maschererebbero interamente il periodo procedente dagli astri che producono le maree. Non essendo ciò conforme ai fatti, i quali mostrano anzi assai distinto nel Vesuvio il detto periodo analogo alle maree, egli è forza ammettere che il suddetto livello normale non sia in esso Vulcano ad un'altezza molto differente da quella della bocca donde la lava scaturiva.

piuttosto, ove succedesse una comunicazione, farsi ceder essa luogo da loro, anzichè permettere che le medesime vi penetrassero. Or come si potrà spiegare in questo caso quella sì abbondante quantità di sal comune che viene talvolta presentata dal Vesuvio, e che specialmente si ebbe copiosissima nell' eruzione del 1794 (1)? E donde il molto acido idroclorico, che similmente un tale vulcano talora presenta? E come altri sali formati con siffatto acido? Sebbene tutti questi non bastino a farci considerare l'acqua marina siccome il principale agente del fenomeno, sono però assolutamente degnissimi di riguardo. E se io non riesco a trovarne una ragionevole spiegazione, le mie precedenti conclusioni sono in pericolo. Ma ecco una buona risposta che mi sembra di poter dare a tali domande.

Nella eruzione del 1794 la fessura che diede uscita alla lava si estendeva sino ad una grande distanza dall'asse del monte, e si trovava aperta per la maggior parte della sua lunghezza in un luogo assai basso (2). Ora io vorrei ammettere, che ella scendesse altresì fino ad una grande profondità sotterra, fino cioè a luoghi molto più profondi del livello del mare, supponendola aperta fin là in quelle scosse di terremoto che precedettero l'uscita della lava, e che si udirono fortissime anche in Napoli dal 12 al 15 giugno di quell'anno; e crederei che il terreno fiancheggiante una tale fessura, trovandosi a non molta distanza dal mare, ed essendo sicuramente formato di materie molto permeabili ai fluidi, si trovasse fortemente inzuppato di acqua, e questa quasi affatto marina. Passando adunque la lava da questa fessura, avrà dovuto, come già dissi poc'anzi, scaldare immantinente col suo immenso calore e vaporizzare la detta acqua. Di qui il rumore e gli scotimenti del suolo uditisi la notte dal 15 al 16 giugno, i quali, mentre erano occasionati dal passaggio della lava, ajutavano, sconnettendo il terreno, lo scagliamento de' materiali e l'allargamento e l'approfondamento della fessura dante questo passaggio; al quale scagliamento io attribuirei molta parte dell'ampiezza di quest'apertura, arrivata, secondo il Breislak (3), a 77 metri, e maggiore di gran lunga, a mio credere, di quanto potrebbe attribuirsi a un ritiramento del terreno. E da esso calore, come ho già accennato poco sopra, io vorrei credere che dopo disseccata l'acqua, sieno stati volatilizzati i diversi sali, e in ispecie il sal comune. Il quale a questo modo potè arrivare all'aperto, ove, incontrato il freddo dell'atmosfera, dovette naturalmente precipitarsi di nuovo. Forse però la detta fessura, discesa, ne' luoghi più lontani dal monte, non già sino alla lava, ma solo fino alle parti roventi ancor solide, lasciò entrare in queste e vaporizzare molta dell'anzidetta acqua salsa. E fors'anche essa fessura si sarà prolungata effettivamente fin sotto al mare; ed in tal caso l'acqua di questo si sarà inoltrata per essa sino a luoghi vicini alla cavità vulcanica, e si sarà ivi ridotta in vapore, lasciandovene poscia accorrere mano mano della nuova. E tutto questo può dirsi di alcuni altri dei casi nei quali si mostrò questo sale.

Ma come si spiegherà la presenza del sale suddetto e dell'acido idroclorico nel cratere stesso del vulcano? Che spesso tali sostanze vi si trovino, è cosa accertatissima. Il Breislak, il Monticelli, e in genere tutti i geologi, lo assicurano; e uno de' nostri colleghi che visitò

(1) *Phil. Trans.* 1795, p. 84.
(2) Veggasi nelle *Phil. Trans.* suddette la Tav. IX.
(3) *Voyages dans la Campanie*, T. I, p. 200. Vi è qui un'egregia descrizione di una tale eruzione, colla quale vien resa compiuta quella pure egregia data dall'Hamilton nelle citate *Phil. Trans.* pel 1795.

due volte quel vulcano, cioè nel 1813 e nel 1835, ve lo riconobbe egli pure, ed anzi egli attribuisce, d'accordo col Breislak, a un tale acido, e altresì forse all'acido solforoso, i fumi bianchi e non umidi che spesse volte si osservano in quel cratere (1). Vero è che questo acido idroclorico si può considerare come una particolarità del Vesuvio, non riscontrandosi così facilmente in altri vulcani, e in ispecie parendo mancar affatto in quelli dell'America meridionale. E sembra che talvolta manchi nello stesso Vesuvio. Infatti il Monticelli dice espressamente, che bensì subito dopo l'eruzione del 1813 si sentiva l'odore di quell'acido, ma che nel maggio consecutivo gli si trovò sostituito l'acido solforoso(2). E anche il Pilla, in una vista da lui fatta al Vesuvio nella notte del 2 giugno 1833, nella quale, essendo al suo termine una eruzione, riuscì a potere guardar dentro al piccolo cono centrale, sentì, nei gas che si alzavano, odore di acido solforoso e di idrogeno solfurato, ma non di acido idroclorico (3). Il che tutto mostra che l'acido idroclorico non si trova in quel vulcano che accidentalmente. Ma anche questo accidente, come può egli aver luogo? E quale è l'origine degli altri sali contenenti un tale acido?

In molti casi decsi, cred'io, attribuire il fatto a cloruri di origine antica, già esistenti in quegli strati di sedimento che formavano il terreno dove è poi sorto il Vesuvio; al quale terreno appartennero senza dubbio i molti testacei, quasi tutti d'origine marina, trovatisi in vicinanza al cono del vulcano (4). Potrebbe, cioè, la cavità vulcanica riuscire qualche volta contigua a materiali già spettanti a siffatti strati, i quali materiali, imbevuti in origine d'acqua marina, possono ora contenere di tali cloruri. Questi ultimi potrebbero dal calore essere svolti, e spesso, in forza di reazioni chimiche, lasciar libero l'acido idroclorico. Tale potrebbe essere l'origine del medesimo acido presentato, secondo il Breislak, dal Jorullo (5), lontano 36 leghe dal mare.

In altri casi potrebbe il fatto, secondo me, attribuirsi a un grande votamento della cavità vulcanica, per esserne non solo usciti i materiali solidi, ma anche stata scagliata fuori una grande quantità di lava, senza esserne potuta sopravvenire dalle parti profonde una sufficiente quantità di altra, giusta quello che venne detto al § 29. Potrebbe, cioè, allora accadere, che il vano di una tale cavità arrivasse, come già accennammo, ad essere più basso della superficie del mare; e che in questo caso giungesse su essa lava e anche dentro essa, dell'acqua marina, forse provenuta dal mare in tempi anteriori e che al presente tenesse inzuppato il terreno, e forse altresì proveniente dal mare attualmente; della quale acqua comincerebbe a vaporizzarsi la parte puramente acquea, e

---

(1) *Salita al Vesuvio*, di Angelo Bellani, nella *Biblioteca di Farmacia, Chimica*, ecc. 1835, vol. IV, p. 117 (Milano, presso gli editori degli *Annali Universali di Statistica*, ecc.). Riguardo al Breislak si veggano i suoi *Voyages dans la Campanie*, T. I, p. 247.

L'acido idroclorico, e i sali che ne derivano si trovano menzionati anche dal Brocchi nella già citata sua relazione *Sull'eruzione del Vesuvio del* 1812. *Biblioteca Ital.* T. VI (anno 1817), p. 276, 283, 287.

(2) *Opere* dell'ab. Teodoro Monticelli, Napoli 1841, T. II, p. 31. Veggasi anche Bischof nella *Wärmelehre*, etc. p. 265, e nella traduzione inglese della medesima, p. 207.

Anche nell'eruzione del 1855 si sono osservate dapprima prevalenti le esalazioni d'acido idroclorico, e poscia d'acido solforoso. *Memoria sull'incendio vesuviano del maggio* 1855, pag. 80.

(3) *Trattato di Geologia*. T. I, p. 191. Fu in questa occasione ch'ei vide la rara e prima contrastata apparizione di una vera fiamma, in un modo si chiaro da non potersene più aver dubbio (*ib.* p. 245).

(4) Se ne può vedere l'enumerazione nell'opera *Napoli e i luoghi celebri nelle sue vicinanze*. Napoli, 1845, T. II, p. 391.

(5) *Institutions géologiques*, T. III, p. 71.

dopo di essa i cloruri contenuti. Cessato il parossismo, tornerebbe la lava a rialzarsi, non arriverebbe più su essa nè dentro essa l'acqua salsa, ed evaporata tutta questa, finirebbe ogni sviluppo di cloruri e di acido idroclorico.

Nè è poi necessaria una grande quantità di quest'acqua per dar ragione di tali sostanze saline ed acide. Una quantità di acqua marina che fosse uguale ad una sola ventesima parte di quella che piove annualmente sul cratere, basterebbe a dar origine a un chilogrammo di materie saline per ogni metro quadrato dell'area del cratere medesimo (su di un metro quadrato potrebbero cadere, alzandovisi mezzo metro, 500 chilogrammi di pioggia all'anno, mentre bastano 25 chilogrammi d'acqua di mare a dare un chilogrammo di sali solidi). Ed io non crederei che chi parla di grandi quantità di tali materie trovate sul cratere del Vesuvio, intenda dire di quantità più abbondanti dell'anzidetta. Aggiungo, che quando una sola volta si fosse innalzata nella cavità vulcanica una siffatta quantità di acqua salsa in istato di vapore, dovrebbe il sale prodottone, non sopravvenendo eruzioni di qualche entità, presentarsi sul cratere per molti anni prima di svanire affatto; giacchè le pioggie lo scioglierebbero di nuovo, e lo ricondurrebbero ancora nel profondo della voragine, dove tornerebbe a volatilizzarsi una seconda volta, per mostrarsi nuovamente sul cratere in gran parte.

Debbo per altro confessare, che, per rispetto a questa particolarità de' cloruri, la già esposta opinione del sig. Angelot, cioè della molta profondità della superficie libera delle lave, ha sulla mia il vantaggio di permettere sempre all'acqua del mare un facile accesso alla lava. E qualche altro vantaggio ancora io debbo a lei concedere. In primo luogo, quello di poter profittare, nella spiegazione delle eruzioni, di una molto maggiore quantità d'acqua, potendo a lei servire non solo quella che piove sulla superficie del monte, ma altresì quella che cade per un assai ampio raggio intorno al medesimo. E in secondo luogo, il vantaggio di potere quest'acqua essere introdotta entro la lava da una pressione assai più forte e con assai minore contrasto della lava stessa; vale a dire, dalla pressione di tutta la colonna acquea sovrastante al luogo d'ingresso, alla quale pressione quella della lava non può che assai debolmente opporsi. Però tali vantaggi, che sarebbero senza dubbio preziosi quando risultassero necessarj alla spiegazione dei fenomeni, perdono assai d'importanza al considerare che si può agevolmente far senza di essi. E infatti a dar ragione in genere delle eruzioni, non occorre quella grande quantità d'acqua che potrebbe affluire alla lava quando la superficie libera di questa si trovasse a una grande profondità, ma può bastare, da quanto abbiamo già veduto, quella sola che piove sulla parte superiore del monte ignivomo. E così pure noi non abbiamo trovato necessario che l'acqua venga spinta entro la lava da una grandissima forza premente. E a dar ragione de' cloruri, una piccola quantità d'acqua marina è sufficiente; e anzi, chi ammettesse un libero accesso del mare alle lave, si troverebbe poi nell'imbarazzo di dovere spiegare per qual causa i detti cloruri non si mostrino più abbondanti. I sopraddetti vantaggi sono quindi lontani dal far contrappeso a tutto quello che io ho notato a favore della mia dottrina, e in ispecie a quanto io ho esposto, a fondamento di essa, nel secondo articolo. Io credo perciò che una tale mia dottrina non ne venga punto indebolita: e in riguardo al fatto particolare de' cloruri, mi contenterò, senza oppugnare altrui, di potermi soltanto difendere.

33. *Considerazioni su altri vulcani* Abbandonando ora il Vesuvio e venendo all'Etna,

non incontro in questo alcun nuovo fatto, oltre a quelli veduti nel Vesuvio, il quale favorisca ovvero contrarii le mie conclusioni. Vi trovo le stesse spaccature del monte; le stesse effusioni di materie liquide sia da queste spaccature, e sia talvolta dal cratere; lo stesso lanciamento di materiali incoerenti, come nel Vesuvio, salvo la maggiore grandiosità de' fenomeni. Nè vi occorrono spiegazioni diverse. E anche la grande corrente d'acqua salsa che si assicura esserne uscita nel 1755 per mezzo quarto d'ora (1), può forse attribuirsi all'essersi in quella occasione formata momentaneamente, secondo il modo da me poc'anzi esposto, tanto nella parte superficiale e fredda, quanto nella caldissima e rovente della roccia, una screpolatura scendente a una profondità inferiore al livello del mare, e prolungata orizzontalmente fin sotto al mare medesimo. Scesa in essa l'acqua marina, e internatasi questa verso il monte, ed entrata ivi in ebullizione, si sarà sollevata per diminuita gravità specifica, e quindi sarà uscita all'aperto (2).

34. Una objezione alle dette conclusioni pare invece che si presenti, prima di uscire d'Italia, nella breve comparsa dell'isola Ferdinandea, avvenuta nella state del 1831, dinanzi alla costa meridionale della Sicilia, in poca distanza dalla città di Sciacca. Dopo lunghi tremori del suolo, dopo svoltasi una immensa quantità di vapore acqueo e di fumi sulfurei, e dopo essere stata lanciata nell'aria una grande copia di pezzi incoerenti, e sparsa sulla superficie del mare una grande quantità di scorie e di pomici galleggianti, una parte delle quali arrivò e si accumulò anche sulle spiagge della Sicilia, si alzò finalmente sino ad alcune centinaja di piedi un'isoletta di circa 2000 piedi di giro, scavata internamente a guisa di cratere, e tutta formata di pezzi incoerenti, l'uno sull'altro ammucchiati. La quale rimasta visibile per qualche mese, e visitata in questo tempo da valenti naturalisti di varie nazioni, venne di nuovo, secondo che parecchi avevano già predetto, a poco a poco demolita, e i materiali dissipati, in guisa che alla fine dell'anno non ne era più rimasto che un basso fondo, stato in seguito, cioè nel 1841, diligentemente esaminato dagli Inglesi per norma dei navigatori (3).

Ora ecco quale difficoltà può alcuno trovare in questo fatto alla conclusione da me stabilita sulla altezza normale delle lave. Può egli osservare, che l'esposto fenomeno fu probabilmente prodotto da una effusione di lava attraverso a qualche squarciatura apertasi nella crosta terrestre in fondo al mare. Se così è, e se le materie fuse vennero sollecitate a uscir fuori dalla detta crosta da una fortissima pressione, uguale, secondo che io avrei a suo luogo dimostrato, al peso di una colonna di lava innalzantesi al di là di 700 metri sopra il livello del mare, vale a dire da una pressione non forse inferiore a 200 atmosfere, in qual modo potè poi quella effusione arrestarsi? Perchè ella non continuò, sino a formare un monte di tale altezza, da potere il peso della materia uscita controbilanciare la spinta interna anzidetta?

Io vedrei due maniere di spiegare questo fatto, senza abbandonare la detta mia conclusione della molta altezza normale delle lave, maniere accordantisi entrambe colla

---

(1) Daubuisson, *Géognosie*, ediz. 1819, Tom. I, pag. 184.

(2) Era già stato ammesso da altri questo modo di spiegare l'uscita dell'acqua del mare dalle aperture vulcaniche. Veggasi il *Giornale di Fisica* di Rozier, T. XX, p. 115.

(3) Può vedersene una storia nella *Geologie* di Leonhard, T. V, p. 179 e seg., ove se n'hanno due figure cavate dagli *Annales des Sciences naturelles*, T. XXIV (anno 1831); come pure nella *Geologia* del Pilla, T. I, p. 231. Noi ne abbiamo già fatto un cenno nel 2.° articolo, al § 12.

circostanza del non essersi, nell'apparizione di quest'isola, mostrate delle masse di vera lava, ma soltanto delle materie incoerenti, che poterono in seguito venir dissipate. La prima sarebbe quella di ammettere, che si sia bensì formata attraverso alla terrestre crosta una qualche squarciatura, da cui siano uscite delle materie fuse, ma che una tale uscita sia stata scarsa e stentata, essendo stata o assai angusta l'apertura, ovvero non molto liquida la materia uscente, ma soltanto molle a guisa di pasta. Secondo questa ipotesi, nel passare lentamente una tale materia accanto alle pareti della squarciatura, avrà essa potuto con facilità raffreddarsi nelle parti più vicine alle pareti stesse, e ridursi ancor più consistente e più difficile al moto, e nel seguito venire altresì impedita, e vie maggiormente rallentata dal peso della porzione già uscita e accumalatavisi sopra; e a poco per volta si sarà ristagnata e solidificata del tutto, ostruendo in fine interamente il passaggio. Al che potrebbe anche aver contribuito un restringimento per semplici cause meccaniche, cioè per una pressione che le labbra della fessura avessero sofferto dalle parti laterali più lontane della terrestre crosta. Intanto il calore comunicato dalla lava uscita avrà potuto mettere in violenta ebullizione l'acqua del mare, e produrre le esplosioni osservatesi. Le quali avranno potuto lanciare in alto tanto le acque, già molto alleggerite dall'abbondante quantità delle bolle di vapore sparsevi, quanto altresì le parti della lava divisa in pezzi staccati. E questi arrivando all'aperto, e venendo liberati dalla grande pressione che prima li gravava, avranno potuto lasciare svolgere le sostanze gazificabili secoloro mescbiate, e dilatati da esse, ridursi porosi e leggieri. A questa spiegazione si può però opporre la difficoltà che, quando in altre eruzioni vulcaniche, come sarebbe in quella del Vesuvio del 1794, entrò la lava nel mare, non si ebbero quelle esplosioni e quegli scagliamenti di materie che si videro nell'apparizione di quest'isola; e solamente si avevano allorquando s'incontravano nel mare due rivi di lava vegnenti da bande opposte, e chiudenti frammezzo qualche massa di acqua (1). Fuori di questo caso la crosta, che subitamente formavasi alla superficie della lava, non permetteva una comunicazione abbastanza rapida del calorico, da produrre le dette esplosioni (2). Ritenuta quindi per buona una tale spiegazione di una stentata uscita della lava per altri più tranquilli fenomeni vulcanici sottomarini, parrebbe essa insufficiente per quello speciale di cui qui si tratta, dove quelle esplosioni avrebbero dovuto avere una parte principalissima.

La seconda spiegazione non avrebbe quest'ultima difficoltà. E sarebbe, di ammettere che non siasi allora formata nessuna apertura attraverso alla intera grossezza della crosta terrestre, e che non ne sia uscita nessuna quantità di materia veramente fusa, ma solo siano stati sconvolti i materiali solidi esistenti in quel luogo, provenienti da azioni vulcaniche anteriori, e da esse forse prodottisi nel modo testè spiegato. Si dovrebbe in tal caso concedere, che ivi la crosta suddetta fosse molto sottile, e che le parti caldissime e fuse si trovassero a non grande profondità sotto il livello del mare, e che perciò l'aumento della temperatura collo scendere all'ingiù vi fosse rapidissimo. Oltrechè si dovrebbe ammettere l'esistenza, all'epoca di quell'avvenimento, di molte screpolature, formatesi o per raffreddamento e restringimento delle rocce, ovvero per commozioni

(1) *Phil. Trans.* 1795, p. 87.

(2) Leonhard, *Geologie*, T. V, p. 167.

precedenti, le quali rendessero sconnesso il terreno, e permettessero all'acqua del mare di discendere sin giù a luoghi caldissimi. Alle quali supposizioni tutte, io non troverei difficoltà per quei terreni di natura vulcanica. Così essendo, allorquando la suddetta acqua avesse potuto arrivare sino alle materie, se non fuse, almeno roventi, si sarebbe essa vaporizzata, e la immensa forza dei vapori prodottisi avrebbe sconvolti tutti i sovrapposti materiali, e in parte scagliati all'alto. E di questi, quelli che fossero stati molli, arrivando in luoghi di minor pressione, collo svolgimento delle materie gazificabili, avrebbero potuto ridursi porosi come le lave bollicose e spugnose. In quelli solidificati solo in parte, lo svolgimento di materie aeriformi, prodotto dalla diminuita pressione, avrebbe potuto spinger fuori la porzione di materia non ancora solidificata, e ridurre la massa allo stato di pomice, nel modo veduto nella nota a pag. 47. In quelli che fossero stati porosi anche dapprima, in grazia di precedenti avvenimenti di questo genere, co' pori però imbevuti d'acqua, e che avessero avuta una temperatura molto superiore a quella dell'acqua bollente, la minor pressione sotto cui si sarebbero recati nell'innalzarsi, avrebbe lasciato ridurre quest'acqua in vapore, e fatto che essi, giunti all'aperto, divenissero asciutti e leggieri. Solo quei ch'erano più freddi dell'acqua bollente si sarebbero mantenuti nello stato di prima. Intanto l'accrescimento di volume di alcuni, e gl'interstizj che l'indicato sconvolgimento avrebbe prodotto frammezzo a tutti, avrebbero potuto ingrandire d'assai il volume totale, e dar origine all'isola. Alla disparizione della quale, dopo finite quelle esplosioni, avrebbe potuto notabilmente contribuire, oltre alla dispersione di una parte de' materiali, anche il nuovo assestamento dell'altra parte, ajutato dai movimenti delle acque marine (1).

Quest'ultima spiegazione sarebbe favorita dall'essersi avuti molti altri esempj di eruzioni di materie puramente solide. Fra le altre, possiamo citare quella del Vesuvio del 1.° aprile 1835, nella quale alle sette ore della sera venne lanciata fuori, coll'accompagnamento di fortissime detonazioni, una grande quantità di pezzi roventi, taluni di gran mole, ma senza nessuna effusione di lava, e dopo due ore tornò il tutto in perfettissima quiete (2).

» 35. In riguardo ai vulcani estranei all'Italia, per non ripetere le cose già dette, non farò parola che di due grandi eruzioni, anch'esse di materiali unicamente solidi, a maggiore illustrazione di quanto si è detto or ora.

Una di esse è quella spaventosissima, avutasi il 20 gennajo 1835 dal vulcano di Coseguina nello Stato di Nicaragua nell'America Centrale (alla latitudine nord di 13°). Da questo vulcano, che si erge all'altezza di soli 500 piedi inglesi e che era rimasto per 26 anni tranquillo, si alzò la mattina di quella giornata una bianchissima nube piramidale, elevandosi con grande rapidità ed estendendosi in tutte le direzioni, e nello stesso tempo, cangiando successivamente di colore, cioè da bianca facendosi prima grigia, poi gialla, e in fine rossiccia, e accompagnandovisi de' lampeggiamenti forse di natura elettrica. In seguito l'aria si oscurò in siffatta guisa, da urtarsi fra loro la gente in pieno giorno, senza

(1) Si possono vedere le descrizioni di altre isole sorte dal mare nella suddetta *Geologie* di Leonhard, nel T. V, a p. 174 e seg., e a p. 358 e 359. Quella ch'egli descrive da ultimo, stata appellata *Sabrina*, presentò fenomeni assai somiglianti a quelli dell'isola Ferdinandea, e potrebbe valere anche per essa la medesima spiegazione.

(2) Leonhard, *Geologie*, T. V, p. 154 e 155.

vedersi; la quale oscurità durò fittissima per molte ore, e non si dissipò del tutto che in capo ad alcuni giorni. E ne cadde una polvere che coprì, ove più e ove meno, una grandissima estensione di paese, per un grande tratto sino all'altezza di parecchi pollici, e in un particolar luogo, situato alla distanza di otto miglia, perfino ad un'altezza di 10 piedi inglesi e mezzo (metri 3,2), seppellendo quivi le piantagioni di zucchero e le abitazioni. E si stese questa polvere anche in direzione contraria al vento, a una distanza maggiore di 400 leghe, confermando con ciò il fatto, già noto, dell'esistenza di una controcorrente all'alto dell'atmosfera (1). In molti luoghi caddero anche delle pomici di varie grossezze, e vi fu chi ne trovò alla distanza di 1100 miglia inglesi, galleggianti sull'acqua pel tratto di 40 miglia. A piccola distanza dal vulcano sorsero due piccole isole, che si attribuirono ai materiali caduti. Le detonazioni, uditesi da molti luoghi all'intorno, vennero ascoltate sino a S. Fe di Bogota, alla distanza di circa 900 delle dette miglia. Vi si accompagnarono anche delle scosse di terremoto. E in alcuni luoghi tali nubi polverose furono seguite da immensi diluvj di pioggia. Che sia uscita lava, le relazioni nol dicono (2).

Venendo ora alla ragione de' fenomeni, parrebbe sulle prime in contraddizione colle mie dottrine l'essere in sì grande attività un vulcano di sì piccola elevazione, e il non uscirne altresì una immensa quantità di lava. Però io stimerei che l'acqua produttrice del fenomeno sia bensì discesa sin dove la materia terrestre era caldissima e forse rovente e fors'anche molle, ma non sino a trovarla in istato di fusione. E il vapore, nella sua impetuosa uscita, avrà agitato nel cratere e stritolato i materiali solidi già ivi esistenti e quelli che avrà cavati dal profondo, riducendoli all'anzidetto stato di polvere, cui egli avrà prima innalzata colla di lui propria forza espansiva, e poi trascinata seco, salendo più in là per la sua propria leggerezza; e si sarà in seguito ridotto per gran parte in vapor visibile, contribuendo così anch'esso a render fitta la nube. Le pomici avranno potuto esistere dapprima, sia già asciutte e porose, sia imbevute, se esistevano a molta profondità, di acqua caldissima, la quale avranno poscia perduta nel salire all'alto; e avranno anche potuto formarsi da materie molli e mezzo solidificate, venute dall'interno, come dicemmo precedentemente parlando dell'isola Ferdinandea. Nel che non vi sarebbe nessun disaccordo colle mie dottrine, colle quali soltanto allora si sarebbe avuto contrasto, quando in un vulcano sì basso, dopo incominciata ad uscire una corrente di lava, si fosse questa arrestata, rimanendo ancora aperta e libera la comunicazione colle materie fuse interne.

Un'altra grande eruzione di sole materie solide si ebbe pochi anni sono nel celebre monte Ararat d'Armenia, creduto ivi esser quello dove si posò l'arca di Noè dopo il diluvio. Questo monte, formato interamente di materiali vulcanici, e coperto largamente di nevi perpetue, è alquanto più alto del nostro monte Bianco, ascendendo egli sino a piedi parigini 16254 (metri 5279); e venne salito fino alla sommità la prima volta da Parrot nel 1829. Egli era tranquillo da secoli; ma il 20 giugno 1840 patì una terribile eruzione, la quale devastò una notabile parte del vicino paese. Un fiorente villaggio, con tutte le case e campagne, e con circa 1900 persone fra abitanti e giornalieri d'altri paesi.

---

(1) Gehler's *Physikalisches Wörterbuch neu bearbeitet*, art. *Wind*, p. 1954.

(2) Può vedersi la relazione del fatto nella *Geologie* di Leonhard, T. V, p. 593; come pure nelle *Phil. Trans.* pel 1836, p. 27.

venne sepolto sotto un ammasso di pietre lanciate sin là da una distanza di sei werste (uguali a circa sei chilometri); e lo stesso fu di un piccolo convento armeno, situato ancor più all'alto sul pendio del monte. E qualche giorno dopo, una massa d'acqua raccoltasi nella cavità donde eran venute le pietre, e cresciuta a guisa di un laghetto, per l'impedimento fattole da un argine di macerie ivi accumulatesi, s'aperse infine impetuosamente la strada, e conducendo seco una quantità di materie terrose, e con queste formando una specie di fiume di fango, allagò di nuovo ampiamente il paese, e annegò fra gli altri una moltitudine di ladri, che erano accorsi a scavare e depredare le rovine. Terribili tremuoti fecero gravi danni anche in regioni più lontane (1).

In questo avvenimento non si videro nè vive fiamme nè lava. Quello che si ebbe fu l'uscita di una immensa quantità di vapore, che cagionò su quel monte anche delle piogge, assai rare ivi in quella stagione; e fu altresì lo scagliamento di molta terra e di innumerabili pietre di ogni mole, le quali, da un'altezza di 5 a 6 mila piedi, vennero a guisa di bombe lanciate in giro a modo di ventaglio sino a una distanza di 8 a 10 werste (8 a 10 chilometri); e delle quali pietre qualcuna giungeva al grave peso di 500 quintali. Giunte esse al suolo, che era pochissimo inclinato, vi si infossarono alquanto e vi si fermarono (2).

Come può ora anche questo fatto conciliarsi colle mie già esposte conclusioni? Se la lava, quando non è accompagnata da fluidi aeriformi, non può salire nelle cavità libere al di là di 800 metri sopra il livello del mare, e solo nei luoghi ove è trattenuta a mi-

---

(1) Leonhard, *Geologie*, T. V, p. 393 e seg., ove si dà parte della Relazione fattane dal sig. Moritz Wagner che visitò diligentemente il luogo; e vi si cita la *Beilage zur Allgemeinen Zeitung*, N. 212 del 1843. Se n'è da noi fatto un cenno nel § 12.

(2) Ritenendo questi quintali di 100 libbre russe, il peso delle dette maggiori pietre sarebbe stato di 20 tonnellate, corrispondenti al volume di 8 metri cubici. Supponendo tali pietre lanciate dall'altezza di un miglio geografico italiano sopra il luogo ove arrivarono a terra, e supponendo questo a una distanza rettilinea di cinque di tali miglia, io trovo che, scagliate nella direzione più vantaggiosa e non calcolato l'effetto della resistenza dell'aria, avrebbero abbisognato di una velocità primitiva di 190 metri al secondo, capace di recarle, ove fossero state spinte verticalmente all'insù, sino all'altezza di due miglia, ossia di 3700 metri. Seguitando il calcolo, e supponendo queste pietre di forma cubica, e considerando che il loro peso equivaleva alla metà della ordinaria pressione atmosferica su di una delle loro facce, io trovo che, prescindendo sempre dalla resistenza dell'aria, avrebbe potuto una velocità pari a quella iniziale di una tale salita ottenersi da una forza di mezza atmosfera, che avesse accompagnato una di siffatte pietre all'ingiù pel cammino di 3700 metri, ossia da una forza di 100 atmosfere che la avesse accompagnata all'ingiù o all'insù per metri 18 $^1/_2$; e siccome questa, nel supposto della salita, sarebbe stata la sola forza utile, cioè la forza effettiva, sottrattavi l'azione della gravità, così la forza effettiva suddetta avrebbe potuto essere di 100 $^1/_2$ atmosfere, operante, come dissi, per un cammino di metri 18 $^1/_2$. Ad ottenere però uno scagliamento obbliquo alla distanza già detta, col contrasto della resistenza dell'aria, e con una inclinazione primitiva che non fosse la più vantaggiosa, ma con ancora i metri 18 $^1/_2$ di accompagnamento, sarebbe stata necessaria una forza di projezione molto maggiore. Tornerebbe a moderarsi il risultamento collo aumentare il detto numero di metri, in guisa che il possiam sempre riputare dentro i limiti della potenza del vapore acqueo. E infatti dalla forza esplosiva dei vulcani si ebbero effetti assai più grandi che i sopraddetti scagliamenti. Il Cotopaxi (Daubuisson, *Géognosie*, T. I, pag. 173, ediz. 1819) lanciò una pietra, del volume di circa 100 metri cubici, fino alla distanza di tre leghe. Hamilton misurò parecchie grossissime pietre uscite dal Vesuvio nella eruzione del 1779, una fra le quali, che era un pezzo d'antica lava stato scagliato alla distanza di un quarto di miglio, aveva una circonferenza di 33 metri, e un'altezza maggiore di 5 (*Phil. Trans.* 1780, p. 77), ed era perciò, a mio giudizio, non minore di 200 metri cubici in volume, e di 500 tonnellate in peso.

nore elevazione preme essa le pareti, fra cui è racchiusa, con una forza proporzionale alla sua profondità sotto il livello normale, come si potè squarciare il monte a tanta altezza, e non venirne scagliate che materie solide?

Pare che il fenomeno sia avvenuto in conseguenza di molta acqua arrivata e raccoltasi dentro cavità sotterranee, osservandosi che il monte, avuto riguardo alla estensione della sua superficie e alle molte nevi che vi si sciolgono, ha ben pochi ruscelli e fontane, e meno assai d'altri monti ove cade una minore quantità di precipitazioni atmosferiche (1). È altresì indubitabile che in queste regioni ebbero già luogo de' grandi sconvolgimenti vulcanici, e che perciò, a profondità non molto grandi sotto la superficie del monte, dee aversi ancora una assai elevata temperatura; a mantenere la quale non può che avere possentemente cooperato il non essersi le materie fuse, subito dopo que' parossismi, giù ritirate a profondità grandissime, ma essersi, secondo i miei principj, trattenute per cause idrostatiche a una grande elevazione sopra il livello del mare, nelle cavità che in quegli sconvolgimenti si saranno formate dentro il monte. Ora io vorrei credere che fessure, o recentemente apertesi ovvero recentemente dilatatesi e prolungatesi, abbiano lasciato penetrar l'acqua sin dove la roccia era caldissima e forse rovente, ma nullameno del tutto solida. Ivi essa acqua si sarà vaporizzata con grande violenza, e il vapore, dilatandosi impetuosamente, avrà potuto scuotere e rompere e lanciare all'alto in pezzi una gran parte della circostante roccia. Ma la materia fusa, non essendovi arrivata l'acqua, sarà rimasta a suo luogo.

Bastino per me sui vulcani, se non sono anche troppe, le già esposte cose. Se colle medesime, quantunque astretto a trattare l'argomento dal solo lato consentito da' miei studj, io fossi nulladimeno riuscito a rischiarare in qualche parte questi complicati e ancora oscuri fenomeni, e in ispecie a maggiormente assicurare le precedenti mie conclusioni sull'altezza normale delle lave, ne sarei ben lieto. Mi sarebbe però assai caro che qualcuno considerasse altresì una tale questione dai lati geognostico e chimico. Intanto, nella speranza che, anche riguardate da questi altri aspetti, possano le già dette mie conclusioni sostenersi, e che, presentandosi qualche difficoltà, possa la medesima da uno studio diligente venire appianata, io concluderò affermando, che i fenomeni vulcanici sono tutti, per ora, o felicemente, o per lo meno sufficientemente conciliabili colle già esposte mie dottrine.

---

(1) Leonhard, *ib.* p. 403.

NOTE.

Nota V alla pag. 20.

Della rapidità con cui andrebbe diminuendo l'ossigeno atmosferico nella ipotesi che il calor centrale terrestre provenisse da ossidazioni che tuttora si operassero nelle viscere della terra.

Fu già ipotesi proposta dal celebre H. Davy che nei luoghi profondi della terra esistano molte masse non ancora ossidate di metalli assai avidi di ossigeno, fino alle quali possa facilmente arrivare l'aria atmosferica e talvolta anche l'acqua, e che, decomponendosi questa, possa l'ossigeno di tutte e due unirsi ai detti metalli, e dar così origine al calore delle eruzioni vulcaniche. Piacque un tale pensiero a molti chimici e fisici, i quali, chi allo stesso modo di Davy e chi con qualche modificazione, volentieri lo abbracciarono. All'incontro, molti altri trovarono da opporvi delle assai gravi difficoltà. E lo stesso Davy, non avendolo potuto avvalorare con prove di fatto, mediante il diligente esame ch'ei fece della natura delle lave nella loro prima uscita all'aria libera, lo abbandonò (1). Ma non tutti ne seguirono l'esempio; e parve anzi che un grande soccorso venisse apportato all'idea di un'ossidazione, mediante la decomposizione dell'acqua, dalla importante osservazione fatta dal nostro valentissimo geologo Pilla, della manifestazione indubitabile di vere fiamme nelle vulcaniche eruzioni (2); dalla quale osservazione verrebbe tolta una delle più grandi obbiezioni, quella cioè del mancar le prove di una abbondante uscita di idrogeno dalla terra, in conseguenza della decomposizione dell'acqua; col che non solo parrebbe potersi dar ragione di tali eruzioni, ma altresì di tutto in genere il calore sotterraneo. Però assai altre difficoltà ha contro di sè l'ipotesi di cui si tratta, e fra esse io troverei gravissime le conseguenze alle quali condurrebbe il grande consumo d'ossigeno in forza di quelle ossidazioni, specialmente se con queste si voglia dar ragione di tutto il calore terrestre.

Siccome l'idrogeno derivante dalla decomposizione dell'acqua verrebbe di mano in mano a passare nell'atmosfera, e a combinarsi con una corrispondente quantità dell'ossigeno di questa; così tutto l'ossigeno ceduto ai metalli ossidabili supposti esistere nell'interno della terra, benchè somministrato direttamente in tutto o in parte dall'acqua, verrebbe, in fine dei conti, perduto per intero dalla sola atmosfera. Ora con quanta rapidità verrebbero ad alterarsi le proporzioni di questa? E sino a quanto tempo potrebbero mantenervisi gli animali?

---

(1) Leonhard, *Géologie*, T. V, pag. 683. — Bischof, nella traduzione inglese della *Värmelehre*, a pag. 308. Può vedersi un'accurata discussione dell'argomento, appoggiata specialmente a ragioni chimiche, nella detta *Värmelehre* di Bischof, a pag. 257 dell'opera originale: e una importante aggiunta alla discussione medesima, in fine alla traduzione inglese della stessa opera (da pag. 297 a 309), pubblicata quest'aggiunta in risposta al prof. Daubeny, il quale aveva cercato di difendere la teoria chimica del calore de' vulcani nel *Jameson's Philosophical Journal*, T. XXVI, pag. 291. Tocca qui il Bischof (pag. 309) anche l'argomento della variazione della quantità dell'ossigeno, ma soltanto di volo. Su questo invece io intendo nella presente Nota di fermarmi, sviluppando e perfezionando alcuni pensieri da me già accennati nel Congresso scientifico tenutosi a Padova l'anno 1842 (Vedi gli Atti di quel Congresso, pag. 440).

(2) *Atti del Congresso scientifico di Lucca*, pag. 293 e seg.; Pilla, *Geologia*, T. I, pag. 190.

Si trova, con un facile computo, che ad ogni metro quadrato della superficie del mare sta sovrapposta ne' tempi tranquilli una massa d'aria del peso di 10330 chilogrammi. Essendo però la superficie dei continenti elevata sopra quella del mare, per termine medio, di 102 metri (1), noi possiamo da quel numero levare 130 chilogrammi, e ritenere che in adequato si abbiano soltanto 10200 chilogrammi di aria sopra ogni metro quadrato della superficie terrestre, o, per dir meglio, sopra ogni porzione di essa superficie, alla quale corrisponda un metro quadrato di projezione sul mare. Entra in quest'aria l'ossigeno per 21 centesimi in volume, e per 23 centesimi in peso (2): e però sopra ogni metro quadrato della superficie terrestre si hanno in adequato chilogrammi 2346 di ossigeno.

Se ora noi immaginiamo che questi si impieghino tutti quanti nella combinazione con del silicio per formare della silice, siccome l'ossigeno si combina col silicio in ragione di

300 : 266,7

per formare 366,7 di silice (3), ossia, per usar numeri interi, siccome 9 parti di ossigeno ne danno 17 di silice, così dai detti 2346 chilogrammi di ossigeno se n'hanno 4431 di silice, i quali, suppostane la densità uguale a quella del cristallo di rocca, cioè di 2,65, corrispondono a uno strato di essa silice grosso metri 1,672. Se in vece que' chilogrammi d'ossigeno dovessero unirsi a tanto calcio e a tanto carbonio per formare del carbonato di calce, si farebbe quest'altro computo:

100 parti d'ossigeno con 250 di calcio danno 350 di calce;

200 d'ossigeno con 75 di carbonio danno 275 di acido carbonico;

e questi 350 di calce e 275 di acido carbonico si combinano insieme per dare 625 di carbonato di calce: talchè 300 di ossigeno danno 625 di quel carbonato, e i 2346 chilogrammi di ossigeno che sopra abbiamo trovati, darebbero chilogrammi 4887 ½ di carbonato calcare, i quali, colla densità 2,7, che è quella del cristallo d'Islanda, farebbero uno strato alto metri 1,806. Perciò se tutto l'ossigeno atmosferico venisse impiegato nell'ossidare del silicio, del carbonio e del calcio per formare della silice e del carbonato di calce, non arriverebbero queste materie a formare intorno alla superficie terrestre che uno strato di circa 1 metro e ¾ d'altezza. Di qui è che, ad aumentare soltanto di un metro e tre quarti all'incirca la quantità della materia ossidata terrestre, dovrebbe venir consumato tutto l'ossigeno esistente attualmente nell'atmosfera. E quando, un gran numero di secoli indietro, lo strato ossidato terrestre era più sottile che ora per una differenza di metri 1750, che è qualcosa meno d'un miglio geografico italiano, l'ossigeno atmosferico doveva essere 1000 volte più abbondante che adesso.

Facciamo un altro calcolo. Supponiamo che la temperatura terrestre siasi al presente ridotta stazionaria, di maniera che, quanto calorico si produce ogni anno nelle viscere della terra in grazia delle chimiche azioni che vi si eseguiscono, tanto se ne vada annualmente dissipando all'esterno. In quanti anni dissiperebbesi dalla terrestre superficie tutta quella quantità di calorico che potrebbe venir prodotta dall'impiego di tutto l'attuale ossigeno atmosferico?

Recenti sperienze hanno fatto conoscere, che ad abbruciare una libbra di idrogeno col consumo, come è noto, di 8 libbre di ossigeno, si produce tanto calorico quanto basterebbe a scaldare di 1° C. libbre d'acqua 34462 (4). Segue da ciò, che una libbra di ossigeno, nell'abbruciare la corrispondente quantità

---

(1) Vedi l'articolo 2.° di questa Memoria, vol. III, p. 265.

(2) *Comptes Rendus* dell'Accademia delle Scienze di Parigi del 7 giugno e del 20 settembre 1841, come anche del 14 marzo 1842, a pag. 379.

(3) Regnault, *Cours élémentaire de Chimie*, édit. 1847 T. I, pag. 327.

(4) Favre et Silbermann, *Ann. Chim. et Phys.*, anno 1852. T. XXXIV, pag. 399. *Archives des Sciences* de Genève, août, 1853, pag. 319.

di idrogeno, dà tanto calorico da scaldare libbre di acqua 4308, ossia da liquefare libbre di ghiaccio 54 1/3 (a fondere una libbra di ghiaccio occorre tanto calorico quanto a scaldare di 1° C. libbre d'acqua 79 1/3), ossia da liquefare tanto ghiaccio da dare, su di un metro quadrato, uno strato di acqua alto millimetri 54 1/3, o anche da liquefare uno strato di ghiaccio (posta la densità 0,9) alto millimetri 60,37. E i chilogrammi 2346 di ossigeno, impiegati a bruciare idrogeno, potranno far sciogliere uno strato di ghiaccio alto millimetri 141628. Ora, secondo recenti calcoli, posteriori a quelli di Fourier e appoggiati a migliori dati, si ha, che la superficie terrestre perde annualmente, per irradiazione verso gli spazj celesti, tanto calorico, quanto basterebbe a liquefare uno strato di ghiaccio alto millimetri 6 1/2 (1). Per conseguenza, se l'ossigeno atmosferico, nel combinarsi colle materie ossidabili che vi fossero nell'interno della terra, producesse tanto calorico come a combinarsi con dell'idrogeno, e se questo calorico abbandonasse la terrestre superficie e venisse irradiato verso gli spazj esterni colla stessa rapidità come al presente, alla sua totale dissipazione occorrerebbero anni 141628 : 6 1/2, ossia 21712.

Quando in vece l'ossigeno servisse ad abbruciare del carbonio per dare acido carbonico, ad ogni libbra di carbonio occorrerebbero libbre $^{200}/_{75}$ di ossigeno, e se n'avrebbe tanto calorico da scaldare di 1° C. 8000 libbre all'incirca di acqua, cioè ora poco più e ora poco meno, secondo che il carbonio si adoperasse in istato di carbone comune o di gralite o di diamante (2). Una libbra perciò di ossigeno, col bruciare del carbonio, darebbe tanto calorico da scaldare di 1° C. circa $^{8000.75}/_{200}$, ossia 3000 libbre di acqua. Il quale è un risultato più scarso del precedente in ragione di 3000 a 4308. In luogo adunque de' suddetti 21712 anni, ce ne vorrebbero soltanto 15120. Cioè tanti se ne impiegherebbero dalla terra a dissipare il calorico prodotto dall'ossigeno atmosferico nell'ossidare le materie metalliche che si suppongono nell'interno della terra, quando in questa ossidazione si producesse tanto calorico, come impiegando questo ossigeno a bruciare del carbonio.

Segue da tali computi, che se il calorico, irradiato continuamente dalla superficie terrestre verso gli spazj esterni, fosse uguale in quantità a quello che si andasse producendo continuamente dentro il globo, in grazia delle combinazioni delle sostanze ossidabili coll'ossigeno dell'acqua, venendo poi questa ripristinata dall'ossigeno dell'atmosfera, non potrebbe la vita degli uomini e degli animali durare sulla terra al di là di 20 mila anni; anzi i più morrebbero molto prima, trovandosi in ultimo ridotta troppo tenue la quantità dell'ossigeno atmosferico lasciato a servizio della respirazione. Il che parrebbe in contraddizione con quel sapiente equilibrio di forze e con quelle provvide leggi che noi veggiamo stabilite dappertutto, e che pajono destinate ad assicurare l'attuale stato degli esseri viventi per una lunghissima durata di tempo. Il pronostico però, benchè affatto improbabile, noi si può dichiarare assolutamente assurdo, non potendo noi arrecar prove di fatto per ismentire un avvenimento non ancora successo, e nemmeno potendo noi assicurare che la quantità dell'ossigeno atmosferico non soffra decremento (3). Difficoltà più forti si incontrerebbero quando si ammettesse che il consumo dell'ossigeno atmosferico sia stato ugualmente grande anche ne' secoli addietro; si dovrebbe in questo caso ritenere, che 15 o 20 mila anni fa

---

(1) Veggasi la Nota III a questa Memoria, vol. III, p. 230. — Fourier ammetteva una quantità molto maggiore, cioè di 3 centimetri all'anno (*An. Ch. Ph.* 1.ª série, T. 27, p. 162). A ciò deve attribuirsi la molta differenza fra i presenti miei risultamenti, e quelli esposti nei già citati Atti del Congresso di Padova, a pag. 440.

(2) *Ann. Chim. Phys.*, 1832. T. 34, p. 426.

(3) Non è che da poco tempo che si conosce con molta precisione la composizione chimica dell'aria atmosferica; e ci vorrà ancora qualche decina d'anni per avere una prova sperimentale che questa composizione non soffra variazione sensibile.

si avesse nell'atmosfera una doppia quantità di ossigeno, una quantità tripla 30 o 40 mila anni fa; e così via via. Ciò avrebbe certamente richiesta una grande diversità nell'organizzazione degli animali negli antichissimi tempi geologici, lontani da noi di migliaja di secoli; la quale diversità non è punto dimostrata dallo studio degli animali fossili. Si potrà rispondere, che anticamente l'attività del molto ossigeno sarà stata temperata dal molto acido carbonico, non essendo questo allora combinato con tanta massa di ossido di calcio, che a que' tempi non ancora esisteva. Parrebbe però assai gratuito il supporre, che avanti all'ossidazione del calcio vi avesse nell'atmosfera una sì grande quantità di acido carbonico libero; sembrerebbe in vece che quest'ultimo dovesse, anche a que' tempi, venire con attività decomposto dai vegetabili, lasciando, come al presente, l'atmosfera quasi affatto mancante di esso. Sicchè ad ogni modo si vengono a incontrare delle contraddizioni colle vigenti leggi della natura.

Una molto miglior risposta farebbe chi dicesse che il calorico che si va ora dissipando dalla terra, non è quello che si va ora producendo, ma quello che si era prodotto molto tempo addietro, e che ancora vi si conserva, attesa la grande difficoltà ch'egli ha ad abbandonare i corpi di molto volume, come infinite prove e sicuri calcoli ci dimostrano. In tale supposto potrebbe essere molto scarsa ne' tempi presenti la quantità dell'ossigeno annualmente consumato, e moltissimi secoli ci vorrebbero ancora per distruggere quello che l'atmosfera ancora contiene. E sarebbe similmente stata molto scarsa la quantità consumatasi annualmente nei secoli immediatamente precedenti, in maniera che sarebbe d'uopo ascendere a tempi remotissimi per trovare una diversa proporzione di ossigeno. Della quale attual lentezza sarebbe evidente causa la difficoltà che hanno adesso l'aria e l'acqua a scendere sino agli strati non ancora ossidati, difficoltà che non dovette esservi nei tempi antichissimi, quando l'ossidazione era più superficiale; la quale perciò dovette allora essere incomparabilmente più rapida, e aver accumulato nella terra una quantità di calorico grandissima, di cui una parte vi si mantiene ancora, ed è quella che tiene più caldi i luoghi profondi, e che si va continuamente perdendo per irradiazione al di fuori. E anzi, in sul principio, quando le parti superficiali della terra erano ancora formate di materie ossidabili, e vi si trovava in contatto una immensa quantità di ossigeno, il quale, per la grande pressione dell'atmosfera d'allora, doveva essere condensatissimo, potè aversi una rapidissima e tumultuosissima conflagrazione, nella quale chi sa quanta materia si sarà ossidata, rimanendo lungo tempo rovente e fusa prima di consolidarsi?

Se si cercherà di difendere in questo modo l'ipotesi chimica del calore terrestre, diminuiranno grandemente le obbiezioni che attualmente le si fanno. Giacchè se si guarderà a ciò che vi opposero Bischof e altri, si troverà non essere già l'*origine chimica* di questo calore che si combatte, ma il *volerlo generato nei tempi presenti*. E se un seguace di tale ipotesi chimica ammettesse che il calore posseduto al presente dalla terra è parte di quel calore che già vi esisteva da antichissimi tempi, e che in conseguenza di quest'ultimo, a proporzione che si scende maggiormente sotterra, si trovano strati gradatamente più caldi, sino a temperature elevatissime, e sino a tener roventi e fuse, infino al centro, o fin presso al medesimo (1), le materie ivi esistenti, e che è dal consolidamento di queste che si va producendo e ingrossando la crosta terrestre; e ammettesse esservi stata un'epoca in cui la terra fosse stata interamente fluida, e non essere avvenuti di poi sensibili cangiamenti chimici, ma aver bastato la sola successiva solidificazione delle parti superficiali, e le ulteriori modificazioni, principalmente fisiche e

(1) Alcuni opinano che una parte delle materie terrestri consolidatesi sieno scese al centro della terra per prevalente gravità specifica. V. Bischof, *Populäre Vorlesungen im Jahre 1842 gehalten*, Bonn, 1843, pag. 8. Veggasi anche il 2.° articolo della presente Memoria, vol. III, pag. 271.

meccaniche, a produrre lo stato attuale del globo; se egli concedesse tutto questo, noi, alla nostra volta, concederemmo a lui liberissimamente di attribuire a una causa chimica il presente calore terrestre, a una causa chimica, cioè, che abbia operato antecedentemente allo stato di liquidità. E infatti, siccome soltanto dopo incominciata questa consolidazione fu possibile sulla superficie della terra la formazione di corpi mantenutisi dappoi fino al dì d'oggi, e atti a servire di testimonj degli avvenimenti coevi, e perciò solamente da quell'epoca in poi noi possiamo sperare una storia fisica del globo appoggiata a documenti ancora sussistenti; così noi ci troveremmo pienamente con lui d'accordo in ciò che riguarda questa storia, sì rispetto allo stato del globo all'incominciamento di essa, come rispetto alle sue successive modificazioni. Da quel punto indietro noi abbiamo per la terra, in certo modo, i tempi mitologici, intorno ai quali, nella impossibilità d'aver documenti sicuri, non possiamo che far congetture. E riguardo a queste non dobbiamo esser severi gli uni cogli altri, purchè le forze naturali non sieno impiegate contrariamente alla loro indole. Nulla perciò io credo che si possa opporre a chi, in luogo di ammettere creato il globo nostro cogli elementi già tutti combinati, ed esso tutto caldo e rovente, preferisse supporlo in uno stato meno compiuto, cogli elementi ancora disgiunti e freddi, e che all'unirsi di questi si abbia avuta la produzione del calore. E anzi a questo riguardo io trovo lodevolissima un'opinione del valente prof. padre Pianciani (1), il quale immagina che il Creatore abbia dapprincipio creato le parti dell'etere e gli elementi disuniti della materia pesante, collocando ciascuno in un suo luogo e dotandolo di un suo movimento, e di opportune forze, e abbia lasciato il complesso di tutti questi elementi e imponderabili e ponderabili, in balía di sè stesse, cioè de' movimenti impressigli e delle forze assegnategli. E che da ciò sian nate di poi tutte le aggregazioni chimiche e meccaniche, e il calore, e i movimenti astronomici, e tutto quanto ci mostra la natura inorganica: solamente sia avvenuto in seguito, di tanto in tanto, qualche nuovo atto per la creazione degli esseri organici, mano mano che la natura inorganica si riduceva capace alla vita dell'una o dell'altra classe di essi. Questa ipotesi avrebbe il vantaggio di lasciar produrre dalle forze naturali tutto quello che può aversi da esse, quali sono appunto il calore, le combinazioni chimiche, le particolari aggregazioni meccaniche, gli attuali movimenti. Nè punto verrebbe a detrarsi alla somma sapienza e potenza dell'Essere Supremo, le quali avrebbero consistito nello assegnare opportunamente le forze e lo stato primitivo, in modo da guidare la materia a sì variate e sì convenienti disposizioni, quali veggiamo ora: sapienza nel vedere anticipatamente il come, e potenza nell'effettuarlo.

Nota VI alla pag. 33.

Sul fumo che s'alza dalla sommità del Vesuvio ne' tempi di tranquillità.

Il fumo che, ne' tempi di tranquillità del Vesuvio, noi veggiamo quasi continuamente innalzarsi dal centro del suo cratere, potrebbe non essere formato che per un'assai piccola parte da sostanze aeriformi, sia acquee, sia d'altra natura, che ascendano dall'interno del globo insieme colla lava e attraverso ad essa, portate cioè da lei in istato liquido, e seco mischiate insino a una certa altezza, e di poi svoltesi da essa

(1) *Osservazioni sulla Cosmogonia.* Memoria letta nella Sezione dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna il 9 dicembre 1847, e inserita nei *Nuovi Annali delle Scienze Naturali* di quella città, fascicolo del dicembre di detto anno.

e ridotte aeriformi. Una parte molto maggiore deriva senza dubbio dal vapore dell'acqua piovana che cade durante l'anno dentro la periferia del cratere; della quale può forse una porzione passare all'esterno del monte, ma un'altra porzione si raccoglie nell'interno del medesimo, convertendosi poscia in vapore, e alzandosi di nuovo sotto quell'apparenza di fumo. Io lascerò ad altri di occuparsi dell'origine e della natura di quei fluidi aeriformi che si alzano dal profondo, di vedere se principalmente consistano in gas acido solforoso, o in gas acido idroclorico, o in gas idrosolforico, o in gas acido carbonico, o in vapore acqueo, o in una mescliianza de' medesimi, argomento degnissimo di attenta indagine, ma estraneo a' miei studj. Io mi tratterrò in vece sulla questione matematica, riguardante la quantità del vapore che può provenire dall'acqua la qual piove al di dentro degli orli del cratere del detto vulcano, all'oggetto di vedere se questa possa dare intera ragione dell'anzidetto fumo.

L'attuale cratere del Vesuvio, la parte cioè più elevata e variabile e spesso concava della superficie di questo monte, ha un contorno ellittico leggermente allungato, col minor diametro, diretto da settentrione a mezzodì, di circa un terzo di miglio italiano geografico (1). Supponendo, come non può essere molto lungi dal vero, che l'area racchiusa da questo contorno uguagli quella d'un cerchio del raggio di 320 metri, avrà essa la estensione di circa metri quadrati 320000. Ora su di essa quant'acqua cadrà in adequato annualmente? E quanta parte di questa arriverà sino alla voragine infocata? Io farò due computi, fra i quali con qualche probabilità si trovi compreso il vero. E comincerò dal computo minore.

In un lavoro del prof. Paci trovo che la media quantità della pioggia caduta in Napoli negli anni 1822, 23, 24 e 25 fu di annui centimetri 76 $^1/_4$ (2). Non so se questo risultamento possa valere anche pel Vesuvio, o se gli si debba fare qualche deduzione, in conformità di diverse osservazioni, le quali dimostrano che di due luoghi orizzontalmente vicini ma situati a diversa elevazione, il più alto riceve meno pioggia (3); o se, tutto al contrario, non vi si debba anzi fare un aumento, secondo l'osservazione dell'ingegnere Lombardini (4), il quale trovò maggiore nella Lombardia la copia d'acqua cadente sulle montagne, che non quella che cade su di una pari area della vicina pianura. Cercandosi però qui un risultamento che sia piuttosto minore del vero, supporrò che l'acqua cadente sul cratere del Vesuvio sia dell'altezza di soli 30 centimetri. E ammetterò che un terzo di questa rimanga indietro, parte bagnando le parti superficiali del monte e poscia evaporando di nuovo, e parte trovando via più facile a uscire dal pendio esterno; e riterrò perciò che non ne scenda internamente sino alla cavità infocata che per centimetri 20 all'incirca. La quantità totale di quest'acqua verrà ad essere di 64000 metri cubici all'anno. La quale, riducendosi in vapore sotto 76 centimetri di pressione e alla temperatura ordinaria dell'ebullizione, darebbe un volume di un tal vapore 1702 volte più grande (5); e sotto la pressione di 66 centi-

---

(1) *Napoli e sue vicinanze* (stampato in occasione del Congresso scientifico tenuto in quella città nel 1845), vol. II, pag. 378.

(2) Tavole annesse al suo *Saggio di meteorologia*, stampato a Napoli nel 1842, dalla tipografia del Tasso. Tav. I.ª

Il padre Della Torre che fece anch'egli di simiglianti calcoli rispetto all'acqua che piove sulla sommità del Vesuvio, dice che in Napoli, secondo osservazioni di dieci anni di Nicola Cirillo, piove, un anno per l'altro, per piedi 2 $^1/_6$ di Parigi, che fanno centimetri 81 $^1/_5$. *Storia e fenomeni del Vesuvio*. Napoli, 1755, pag. 15.

(3) Gehler's *Physikalisches Wörterbuch neu bearbeitet*, art. *Regen*, pag. 1242. — *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 1837, 23 août, pag. 306.

(4) *Notizie naturali e civili sulla Lombardia*, raccolte per cura del dott. Carlo Cattaneo, T. I, pag. 197.

La questione potrà ora esser decisa dalle osservazioni meteorologiche che si stanno attualmente facendo sul pendio del Vesuvio, nel già menzionato osservatorio fatto erigere per cura del celebre e troppo presto perduto Melloni, e delle quali si occupa presentemente il valente prof. Palmieri.

(5) Secondo Regnault (*Relation des expériences etc. pour les machines à vapeur*, première partie, pag. 137), un metro cubico d'aria alla temperatura 0° C. e sotto 76 centimetri

metri, quale si ha prossimamente alla sommità del Vesuvio, cioè a un'altezza di 1200 metri, e colla temperatura a cui bolle l'acqua sotto questa pressione, ne darebbe un volume uguale a circa 1939 volte quello di essa acqua(1), vale a dire un volume di circa 124 milioni di metri cubici all'anno, corrispondenti a 340 mila al giorno, ossia a circa 4 al secondo. Mescolato però con dell'aria fredda e ridotto in parte a vapor visibile, potrebbe un tal vapore esser recato a un volume assai maggiore, come io trovo col seguente calcolo. Rispetto al quale per altro, essendo molto indeterminati i dati della questione, io mi contenterò di un risultamento approssimativo, e anche di larga approssimazione. Nella Nota seguente, ove avrò a trattare un'altra questione di questo genere, userò ragionamenti più rigorosi, ma che altresì mi riusciranno alquanto più lunghi.

Suppongo adunque che il vapore di cui si tratta si mescoli con tanta aria secca di tale temperatura da aversene un miscuglio saturo d'umidità e della temperatura di + 30° C. Per aver la densità che avrà in questo miscuglio il solo vapore, osservo in primo luogo, che, secondo diligentissime sperienze di Regnault(2), la tensione di saturazione di esso vapore, alla già detta temperatura di + 30° C, è di millimetri 31,548 di mercurio a 0°. In secondo luogo osservo, che l'aria, alla temperatura suddetta e colla medesima tensione di mill. 31,548, ha, giusta la nota (3) della pag. precedente, la densità

$$\frac{0{,}001293187.\ 31{,}548}{760\,(1+0{,}00367.30)},\ \text{ossia}\ \frac{0{,}001293187.\ 31{,}548}{760.1{,}1101}$$

E in terzo luogo, che il vapore, a parità di temperatura e di tensione coll'aria secca, ha, rispetto a questa la densità 0,6210. Da tutto ciò io deduco, che la densità di un tal vapore, alla detta temperatura di + 30° C e colla detta tensione di millimetri 31,548, è

$$\frac{0{,}001293187.\ 0{,}6210.\ 31{,}548}{1{,}1101.\ 760},$$

ossia

$$0{,}00003003.$$

Colla quale dai 64000 metri cubici d'acqua all'anno, hannosi 2131 milioni di metri cubici annuali di vapore, che fanno 5 800000 al giorno, ossia 67 ad ogni minuto secondo. I quali potrebbero saturare un'aria secca dello stesso volume e che avesse la stessa temperatura di 30° C. Che se poi quest'aria contenesse di già una quantità più o meno grande di vapore, dovrebbe una porzione di esso, uguale a questa già preesistente quantità, passare allo stato di vapore visibile, cioè di minime goccioline sospese(3), e formare una nube. Nascerebbe perciò ad ogni minuto secondo una porzione di nube, ossia un volume di vapor visibile di 67 metri cubici. E supponendo che la colonna di vapor visibile alzantesi con-

---

di pressione in Parigi, pesa chilogrammi 1,293187. Sotto la stessa pressione e a + 100.° C, avendo un volume più grande in ragione di 1 + 100 0,00367 . 1 (*ibid.*, pag. 73), ossia di 1,367 1, pesa soltanto 1,293187/1,367. E un metro cubico di vapore acqueo, alla stessa temperatura e sotto la stessa pressione, pesando meno in ragione di 0 6210 : 1 (*Comptes Rendus*, 18 avril 1853, pag. 686), non è che di chil. $\frac{1{,}293187 \times 0{,}6210}{1{,}367}$ ossia 0 5875, laddove un metro cubico d'acqua, al suo massimo di densità, è di chil. 1000. Esso vapore pesa quindi, a pari volume, 1702 volte meno dell'acqua, ossia ha a pari peso un volume 1702 volte più grande.

(1) Sotto la pressione di 66 centimetri di mercurio, l'acqua bolle a + 96°,1 C. (Regnault, *Relation*, etc., pag. 633). Perciò il volume di cui qui si tratta è dato da

$$\frac{76}{66} \cdot \frac{1 + 96{,}1.\ 0\ 00367}{1 + 100.\ 0{,}00367} \cdot 1702$$

ossia da 1939.

(2) *Relation*, etc., pag. 624 e 728.

(3) Tali io reputo con più altri le minime masse del vapor visibile, e non della forma di vescichette. Veggasi il mio *Corso di Fisica*, t. II, pag. 477.

tinuamente dal Vesuvio abbia una sezione trasversale di 16 $^3/_4$ metri quadrati, corrispondenti ad un diametro di metri 4 $^6/_{10}$, potrebbe essa avere una velocità di 4 metri al secondo, ed in un giorno, distendendosi in linea retta con questa velocità, acquistare una lunghezza di 194 miglia italiane geografiche.

Il padre Della Torre dà alla sommità del Vesuvio il giro di piedi parigini 3624 (1), che corrispondono ad un raggio medio di metri 290, alquanto minore di quello da me assunto, il quale, in vero, non erasi ammesso che come approssimativo. Se una tale misura del Della Torre vale anche al presente, dopo trascorso un intero secolo, l'ottenuto risultamento vuol essere impicciolito in ragione di $320^2 : 290^2$, ossia di 1024 : 845. Quindi invece di 64000 metri cubici d'acqua all'anno, non se ne avrebbero che 52500; ed in luogo di 67 metri cubici di vapore al secondo, se ne avrebbero soli 55; e invece della lunghezza di 194 miglia, se n'avrebbe una di sole miglia 159.

Facciamo adesso un altro computo con dati un po' più grandi, per avere un limite maggiore del vero. Dice il medesimo professor Paci, in un'altra delle citate tavole (la V), che la pioggia in Napoli è, per adequato, di pollici 35 all'anno, corrispondenti a 94 centimetri. Io ammetterò che sul cratere del Vesuvio ne cadano altrettanti, e che soli 4 centimetri ne vadano perduti per le cause superiormente citate, cioè per evaporazione superficiale e per passaggio all'esterno del monte. E qui metterò in conto un'altra piccola causa tendente ad aumentare l'acqua nell'interno del cratere. Consiste questa nello aversi nei meati del monte, e specialmente nel vano centrale, un'aria alquanto più rara, sia per più elevata temperatura, e sia per maggiore umidità; il che cagiona una piccola differenza nella pressione atmosferica fra l'esterno e l'interno del cono vesuviano, e tende a far entrare aria dal di fuori, e a trascinare dentro anche un po' di quell'acqua liquida, la quale, senza ciò, tenderebbe a passare al di fuori. Osservo però che questa è una causa ben leggiera, equivalente a una pressione non maggiore di qualche pollice d'acqua, ed incapace a far salire l'acqua in un piano inclinato che fosse di soli 8 o 10 pollici più alto all'interno del monte che all'esterno; la reputo quindi di debolissimo effetto, e solo la cito affinchè qualcuno, avvertendola, non le dia per ignoranza ne' calcoli una troppo grande importanza, come ho già veduto avvenire in parecchi casi. Ammetto adunque che essa sia contemplata in quei quattro centimetri che abbiamo detratto; cioè, ammetto che le cause tendenti a dissipare l'acqua cadente abbiano e annullato l'effetto di una tale causa, e di più richiesta la detta diminuzione di 4 centimetri. Rimangono 90 centimetri in luogo dei 20 indicati precedentemente; i quali daranno un risultamento 4 $^1/_2$ volte maggiore del trovato e faranno montare a 288000 i metri cubici d'acqua scendenti sino al focolare vulcanico (qui, trattandosi di un limite maggiore, ritengo di 320 metri il raggio medio del cratere), e porteranno a 300 i metri cubici di vapore visibile che possono essere prodotti in ciascun secondo, donde potrebbe nascere una colonna cilindrica di un tal vapore del diametro di 8 metri (e d'una sezione perciò quasi tripla della precedente) e innalzantesi per 6 metri in ciascun secondo, i quali darebbero 12 miglia in ciascun'ora, e miglia 288 al giorno.

Questo numero si potrebbe ingrandire maggiormente ammettendo che l'aria sovrastante al Vesuvio, dopo ricevuti i vapori da esso usciti, sia di alcuni gradi più fredda de' considerati 30° C, e contenga già una discreta quantità di vapore acqueo. E in vero, dalla seconda delle citate tavole del prof. Paci ricavo, che la media annua temperatura di Napoli è di gradi centigradi 16,19; e alla sommità del Vesuvio se ne dovrebbero avere 5 o 6 meno. Voglio però ammettere che i vapori caldi che se ne innalzano

(1) *Storia e fenomeni del Vesuvio*, pag. 15.

nel mescliiarsi coll'aria, restituiscano ad essa questi 5 o 6 gradi che le si dovrebbero detrarre per l'altezza, e pongo che la nube vaporosa abbia la temperatura di 16 gradi centigradi precisi. La corrispondente tensione di saturazione del vapore sarebbe di millimetri 13.536 (1), il che sarebbe meno della metà di quella adottata nel calcolo precedente. Siccome però l'essere la temperatura un po' più bassa arreca qualche accrescimento di densità, così nel caso presente possiamo portare alla giusta metà della densità d'allora il vapore saturante l'aria, della quale perciò, essendo secca, potrebbe, colla indicata quantità di esso vapore, ridursi saturo un volume doppio. E se quest'aria, prima di ricevere il nuovo vapore, fosse già alquanto umida, e il doppio volume di essa testè menzionato contenesse al di là di quanto occorresse alla saturazione di un volume semplice, potrebbe il vapore visibile avere anche un volume quadruplo di quello poc'anzi calcolato: la metà infatti di questo quadruplo volume verrebbe saturata dal vapore nuovamente ricevuto, e l'altra metà verrebbe saturata dal vapore preesistente, di cui altresì rimarrebbe un avanzo da formare goccioline sparse, e ridurre tutta la massa d'aria allo stato di nube. E si potrebbero perciò avere 1200 metri cubici di vapore visibile ad ogni minuto secondo, atti a dare una colonna cilindrica di un tal vapore del diametro di 16 metri, cioè doppio del precedente, e innalzantesi, come si è detto poc'anzi, per 6 metri al secondo, a cui corrisponderebbero 288 miglia al giorno.

Se ora noi consideriamo la massa di fumo che suole uscir effettivamente dal Vesuvio nei tempi tranquilli, talvolta più e talvolta meno abbondante, mi pare che ella possa benissimo trovarsi generalmente compresa fra i trovati limiti di 55 e di 1200 metri cubici al secondo; e che perciò, quando altre ragioni ci persuadano a riguardare que' fumi siccome provenienti da acqua piovana, non possano i calcoli opporvi nessuna difficoltà.

Osservazione 1.ª La quantità di acqua che entrerebbe nella cavità centrale infocata, secondo il minore degli arrecati computi sarebbe appena di 2 litri al secondo; secondo il maggiore, arriverebbe a 9 litri. E vi potrebbe entrare in più modi, cioè o giungendo in istato già aeriforme, atteso il forte calore delle pareti della fornace; ovvero arrivando liquida sulla lava in rare ma abbondanti porzioni, e ivi rapidamente vaporizzandosi: o anche essendo dal proprio peso introdotta forzatamente al di sotto della superficie di essa lava, e contribuendo allo scagliamento de' getti di scorie. Comunque sia, noi possiamo tenere per certo che, dal rendersi latente molto calorico, in grazia di questa vaporizzazione, dev'essere possentemente ajutata la solidificazione della lava. Un litro di acqua a 0° che si riduca in vapore sotto la pressione di 66 centimetri di mercurio, quale si ha in cima al Vesuvio, e a cui corrisponde una temperatura di ebullizione poco superiore a 96° C., assorbe o asconde 636° C. di calorico; se ne ha già 16, ne assorbe ancora 620, i quali, se fossero tolti ad acqua della temperatura di 0° C, potrebbero farne agghiacciare litri 7 $^3/_4$. Se questa sottrazione potesse far solidificare anche 7 $^3/_4$ litri di lava, i litri 2 d'acqua entranti in ciascun secondo darebbero litri 15 $^1/_2$ di lava solidificata; e dai 64000 metri cubici di acqua annuali si avrebbero metri cubici di lava 496000. Se invece noi ammettessimo 9 litri di acqua, si avrebbero in ciascun anno ridotti a solidità oltre a 2 milioni di metri cubici di lava; la quale, solendo solidificarsi in masse estremamente porose, potrebbe facilmente arrivare al volume di 4 od anche di 6 milioni di metri cubici. Bisogna poi badare che vi sono molte altre cause sottraenti calorico alle lave liquide, vale a dire: il contatto dell'aria co' pezzi che si innalzano semifluidi, l'irradiazione delle lave

(1) Regnault, *Relation*, etc., pag. 624.

che escono liquide all'aperto, la perdita del calorico che esce in istato repente attraverso al monte. Il che tutto contribuisce a rendere più rapida la solidificazione, e a far aggiungere forse un altro mezzo milione o un altro intero milione di metri cubici di scorie; dando una somma totale che potrebbe anche arrivare ai 7 milioni di metri cubici all'anno. Osservo ora, che un monticello avente per base il cratere del Vesuvio e per altezza la metà del suo raggio, ossia 160 metri, avrebbe il volume di 17 milioni di metri cubici, e che coi prodotti delle lave solidificate ne' modi anzidetti, potrebbe esser formato nel tempo di due anni e mezzo. Molto più tempo esigerebbe la sua formazione, se l'acqua scendente sino alla voragine, in luogo di 90 centimetri annui, fosse di soli 20; e le scorie, in luogo d'avere un volume triplo di quello della lava, l'avessero solamente doppio, e meno efficaci fossero le altre secondarie cause disperdenti il calorico. Il tempo in questo caso potrebbe essere anche sette od otto volte maggiore, cioè anche di 16 o di 20 anni. Il fatto non si scosta da questi numeri. Perocchè, giusta le osservazioni del sig. Amante già da me citate(1), le materie eruttate dal Vesuvio dal 20 novembre 1845 al 16 agosto 1847, cioè in 634 giorni, alzarono il vertice del monte da metri 1181,7 a metri 1240,1, cioè di metri 58,4; il che, per un alzamento di metri 160, darebbe 1737 giorni, ossia anni 4 3/4. In conseguenza di ciò le masse che a poco a poco vanno riempiendo e ricolmando il cratere ne' tempi senza eruzione, si possono benissimo attribuire a solidificazione di materie fuse, per calorico che si dissipi o per trapasso come calorico repente attraverso alla materia del monte, o per contatto coll'aria esterna, o per irradiazione, o infine per passaggio allo stato latente, in conseguenza di vaporizzazione dell'acqua.

Osservazione 2.ª Al vedere usata in questi calcoli tanta latitudine, s'intenderà facilmente che da essi noi non possiamo cavare positive dimostrazioni che le cose sieno del certo a questo o a quel modo, ma che solo ne possiamo arguire la possibilità, la quale deve poi ridursi a probabilità, e, se si può, a certezza, col mezzo d'altre considerazioni. Non è però un piccolo servigio questo, di mostrarci la possibilità o l'impossibilità d'una qualche supposizione, venendo noi con ciò distolti da certe ipotesi stravaganti, quali m'è toccato più volte di incontrare in alcune Memorie geologiche, ove talvolta si veggono attribuiti degli effetti enormi a cause affatto inefficaci e insignificanti.

Egli è poi evidente che tutti questi calcoli dovrebbero venire modificati, quando fosse accertato che una porzione del vapore visibile uscente dal cratere del Vesuvio derivasse da acqua sciolta primitivamente nella interna materia fusa della terra.

Nota VII, a pag. 40.

Sulla quantità di acqua uscente dal cratere del Vesuvio in istato di vapore durante un'eruzione.

Nell'eruzione del 1794 venne il Vesuvio coperto e inviluppato da una estesissima nube, formata da una immensa quantità di fine ceneri vulcaniche, con insieme, senza dubbio, molto vapore acqueo condensato, e il cui punto più elevato, da una figura fattane prendere dal dott. William Hamilton, sarebbe

(1) Vol. III, pag. 262.

stato, a mio giudizio, a un'altitudine di 9600 metri (1). Ponendo la superficie infima di essa nube alla stessa altezza dell'orlo del cratere, cioè a 1200 metri sopra il livello del mare, ne verrebbe pel di lei punto di mezzo un'altezza di 5400 metri, e una distanza fra i due punti sommo ed infimo di metri 8400. E supponendo la nube medesima, come parrebbe potersi dedurre dalla figura suddetta, equivalente in volume a un cilindro della detta lunghezza e d'un diametro uguale al quarto della lunghezza stessa, avrebbe essa avuto un volume di metri cubici

30 000 000 000.

Se fosse stata in tutti i suoi punti soprassatura di vapore acqueo, ossia sparsa di vapor visibile in tutta la sua estensione, quanta acqua avrebbe dovuto necessariamente contenere, come limite minimo? o per dir meglio, qual sarebbe stata la minima quantità d'acqua necessaria alla sua formazione?

Io cercherò prima di tutto qual volume d'aria potrebbe cominciare ad essere ingombrato di vapor visibile da un metro cubico di acqua ridotto in vapore, meschiandosi con dell'aria comune a un'altezza di 5400 metri sul mare, alla latitudine di Napoli, in tempo d'estate, come fu in quella eruzione che avvenne alla metà di giugno.

A quella elevazione, se l'aria tutta di là sino a terra avesse avuto la temperatura 0°, la pressione atmosferica sarebbe stata prossimamente di 38 ½ centimetri. Io la ammetterò di 40 centimetri, nel supposto che la media temperatura di essa aria, da quel punto sino a terra, fosse stata di 15°, 5 C. Si tratterebbe di trovare la temperatura che dovette prendere una determinata massa di vapore acqueo uscita nell'eruzione del 1794 dal cratere del Vesuvio, e salita a tale altezza da non essere sottoposta che alla detta pressione di 40 centimetri. È qui da osservare che, in generale, la temperatura del vapore uscito e innalzato in circostanze somiglianti, può essere assai diversa secondo la pressione che esso ebbe a sostenere nel suo primo svolgersi, e secondo le vicende a cui potè andare soggetto di poi. Infatti, da recenti sperienze di Regnault si ha che una medesima massa di acqua pura, svolgendosi in vapore ora sotto una ed ora sotto un'altra pressione, non contiene, come opinava precedentemente il celebre Watt, e come pareva confermato da sperienze di Desormes e Clement, una quantità assoluta sempre uguale di calorico, ma una quantità tanto maggiore, quanto più grande è la pressione sotto cui si svolge. E precisamente si ha, che un chilogrammo di acqua della temperatura 0°, nel passare allo stato di vapore, alla densità della saturazione, ad una temperatura di gradi T centigradi, prende una quantità di calorico espressa da

$$606{,}5 + 0{,}305\ T,$$

indicandosi con 1 la quantità di calorico che può scaldare di 1° centigrado un tale chilogrammo di acqua a 0° (2). Di qui è che un chilogrammo di vapore, alla densità di saturazione sotto la menzionata pressione di 40 centimetri, al qual uopo abbisognerebbe della temperatura di 83°,006, conterrebbe la quantità di calorico 606,5 + 0,305. 83,006, ossia 606,5 + 25,3, ossia

631,8.

La medesima quantità di vapore alla densità di saturazione sotto la pressione di 68 centimetri di mercurio, corrispondente a un'altitudine nell'atmosfera di circa 1000 metri, e ad una temperatura di esso vapore di gradi 96,917, conterrebbe la quantità di calorico

636,06,

(1) *Phil. Trans.* 1795, Tav. VII. Da una tale figura la nube parrebbe alta sette volte il monte, e aggiungendovi l'altezza di questo, verrebbe il punto supremo ad avere un'altezza ottupla di quella del monte stesso, cioè di circa 9600 metri.

(2) REGNAULT, *Relation des expériences*, etc., pag. 727.

CONTIENE.

Elenco dei Membri attuali dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti . . . . . Pag. v

Belli. — Pensieri sulla consistenza e sulla densità della crosta solida terrestre e sopra alcuni fenomeni che vi hanno relazione. Parte III, articolo III. . . . . » 19

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOL. VII. — FASC. II.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1858

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali.

cioè 4,26 di più che nel caso precedente, col quale di più, esso vapore, recato sotto la pressione di soli 40 centimetri, avendo una capacità pel calorico espressa da 0,475(1), piglierebbe una temperatura di gradi 8,968, oltre ai già detti 83,006, vale a dire una temperatura, in totale, di gradi 91,974. La quantità medesima di vapore, ottenuto allo stato di saturazione sotto le pressioni di

1; 2; 3; 4; 5;.... 10;.... 20

atmosfere, e alle temperature di

100° C; 120,6; 133,9; 144,0; 152,22;... 180,3;.... 213,0

rispettivamente (2), conterrebbe al di sopra della quantità di calorico 606, 5, le quantità

30,5; 36,8; 40,8; 43,9; 46,4.... 55,0;..... 63,0,

ossia le quantità totali

637; 643,3; 647,3; 650,4;.. 652,9;... 661,5;..... 671,5,

ossia, oltre alla quantità 631,8 corrispondente alla tensione di 40 centimetri, le quantità

5,2; 11,3; 15,5; 18, 6; 21,1;... 29,7;..... 39,7

rispettivamente, atte a recare esso vapore, sotto la detta pressione di 40 centimetri, a gradi

10,95; 24,21; 32,63; 39,16; 44,42;... 62,5;.... 83,6

al di sopra degli 83,006, ossia alle temperature di gradi centigradi

93,96; 107,22; 115,64; 122,17; 127,43;... 145,5..... 166,6.

E queste temperature potrebbero aversi in esso vapore, sotto la detta pressione di 40 centimetri, quando, dopo essersi svolto sotto le pressioni sopra menzionate, non avesse fatto di poi nè perdita di calorico nè acquisto. Ma nell'atto pratico può la cosa essere ben diversa, potendo talora il vapore, prima di uscire dal cratere, passar frammezzo a materie roventi, e innalzarsi in compagnia di alcune di esse e riceverne notabile quantità di calorico. E talora all'incontro può in quella salita passare in mezzo a materie di lui più fredde, e uscito all'aria libera, irraggiare calorico verso i corpi vicini, e altresì trascinar seco dell'acqua in istato liquido, la quale, riducendosi poscia in vapore, ajuti anch'essa a dissipare calorico.

In tali incertezze, quale quantità di calorico possiamo noi attribuire al vapore che si alzò dal cratere del Vesuvio nell'eruzione del 1794, e che formò la gran nube descritta dall'Hamilton, e quale temperatura si può supporre in esso, dopo arrivato sotto la pressione di soli 40 centimetri? Qui è d'uopo richiamare meglio che si può le circostanze particolari del fenomeno. Ora dice l'Hamilton (3), che esso vapore usciva dal cratere in tale abbondanza, che pareva non bastargli l'apertura quantunque allargata, e che la nube si andava rapidamente ammucchiando sopra sè stessa ed ingigantendo. Ciò mi farebbe credere che dopo uscito cominciasse subito a ridursi parzialmente in vapore visibile, e non avesse perciò una temperatura molto elevata; nè vedrei ragione di credere che, arrivato sotto la pressione di 40 centimetri, potesse essere gran fatto più caldo di 100° C. Io gli assegnerò perciò una tale temperatura, convinto per altro di rimaner pur sempre, o in più o in meno, lontano dal vero. In queste circostanze poi di temperatura e di pressione, chiamato 1 il volume a 0° dell'acqua da cui deriva, avrebbe esso vapore il volume 1702. $^{760}/_{400}$, ossia 5234. L'aria naturale dell'atmosfera a quella elevazione, anche in quella stagione e a quella latitudine, ha una temperatura poco diversa da 0°. Ora quale quantità di

(1) *Comptes Rendus*, 18 avril 1853, pag. 686.
(2) Regnault, *Relation*, etc., pag. 625, 626.
(3) *Phil. Trans.*, 1795, pag. 90.

quest'aria, a una tale temperatura, sotto una pressione di 40 centimetri, venendo a meschiarsi col suddetto vapore, ed essendo prima ben secca, potrebbe esserne saturata?

Ammetto che ad ogni chilogrammo di vapore si mescolino

x chilogrammi d'aria;

e chiamo

t la temperatura che avrebbe il mescuglio nel supposto che non avvenisse nessuna precipitazione di vapore, espressa questa temperatura in gradi centigradi;

Θ la tensione che in questo supposto verrebbe ad avere il vapore separatamente considerato, espressa una tale tensione in millimetri di mercurio;

T la tensione massima che può avere il vapore alla temperatura t;

Θ' la tensione separata dell'aria.

Se noi, dando un qualche particolar valore alla x, troveremo per Θ un valore più grande di T, ne inferiremo che per quel valore di x si ha una quantità di vapore più grande di quella che corrisponde alla saturazione, e che perciò non può un tale vapore rimaner tutto invisibile, e che una parte si dovrà precipitare in goccioline visibili. Se troveremo invece $\Theta < T$, concluderemo essere il miscuglio alquanto lontano dalla saturazione. E se infine troveremo $\Theta = T$, sarà segno che avremo preso x di tale grandezza, da aversi appunto la saturazione. Ora noi cercheremo di assegnare ad x quest'ultimo preciso valore.

Converrà prima di tutto trovare i valori di t e di Θ corrispondenti alla massa x dell'aria. Per trovare t, cercheremo la temperatura comune a cui scenderà il vapore e salirà l'aria, al passare una opportuna quantità di calorico dall'uno all'altra, senza che ancora si mescolino, e supponendo che entrambi sieno tenuti sotto la pressione di 400 milimetri, e ammettendo per un momento come possibile che con ciò non avvenga precipitazione di vapore. Siccome i due fluidi aeriformi ridotti a questa condizione, cioè a ugual tensione e temperatura, nel loro mescolarsi senza variazione nè dell'esterna pressione nè delle quantità di calorico contenute, non possono cangiare di temperatura (per quanto almeno noi conosciamo), così l'anzidetta temperatura comune sarà quella stessa che noi cerchiamo e che indicammo con t. Pel cui ritrovamento osserveremo che, a parità di peso coll'acqua, la capacità pel calorico dell'aria e del vapore acqueo sono rispettivamente

$$0{,}257 \text{ e } 0{,}475 \text{ (1)}.$$

Se adunque una massa x d'aria a 0° si scalderà sino a t gradi, e una massa 1 di vapore a + 100° C. si raffredderà sino a gradi t, sarà

1. $0{,}475\ (100 - t)$ la quantità di calorico perduta del vapore,

x. $0{,}257\ (t - 0)$ la quantità guadagnata dall'aria; e si avrà perciò

$$[1] \qquad 0{,}475\ (100 - t) = tx.\ 0{,}257$$

Donde si potrà facilmente avere t espressa per x, e sarà

$$[2] \qquad t = \frac{0{,}475.100}{0{,}475 + x.\,0{,}257}$$

Se in luogo di essere in una quantità di x chilogrammi, l'aria non si trovasse nel medesimo spazio che nella quantità di 1 chilogrammo, non avrebbe essa alla temperatura t che la tensione $\frac{\Theta'}{x}$ la quale, attesa la parità di massa, sarebbe minore di quella Θ del vapore secondo la proporzione

$$\frac{\Theta'}{x} : \Theta :: 0{,}6210 : 1,$$

(1) Regnault, *Comptes rendus*, 18 avril 1853, pag. 686.

donde

$$\Theta' = x\,\Theta . 0,6210;$$

e la totale tensionse $\Theta + \Theta'$ del misenglio sarebbe espressa anche da

$$\Theta + \Theta x . 0,6210;$$

ed essendo essa di 400 millimetri, si avrebbe

$$\Theta (1 + x . 0,6210) = 400,$$

donde

$$\Theta = \frac{400}{1 + 0,6210\,x},$$

o anche

[3] $$x\,\Theta . 0,6210 = 400 - \Theta.$$

Eliminiamo x dalle due equazioni [1] e [3]. Moltiplichiamo a quest'uopo la [1] per $0,6210 . \Theta$, e la [3] per $0,257 . t$. Avremo

$$0,475\,(100 - t) . 0,6210 . \Theta = tx . 0,237 . 0,6210 . \Theta,$$

$$x\Theta . 0,6210 . 0,237 . t = (400 - \Theta)\,0,237 . t,$$

da cui si avrà

$$0,475\,(100 - t) . 0,6210 . \Theta = (400 - \Theta)\,0,237 . t,$$

donde con facili operazioni si otterrà

[4] $$\Theta = \frac{t}{0,511155 - 0,00061155 . t}.$$

Col mezzo delle equazioni [2] e [4] noi possiamo per qualsivoglia valore di x trovare il corrrispondente valore di t, e da questo quello di Θ, mentre dalle tavole di Regnault (*Relation*, etc. pag. 624 e segg.) noi possiamo aver quello di T corrispondente a quello di t.

Facendo $x = 0$, noi abbiamo $t = 100°$, a cui corrispondono $\Theta = 400^{mill.}$, $T = 760^{mill.}$; donde appare, come sappiamo dover essere, che allora il vapore non satura lo spazio ove è contenuto. Facendo x diverso dallo zero, e dandogli dei valori gradatamente crescenti, noi abbiamo dalla [2] un valore di t inferiore a 100, e tanto più piccolo quanto è più grande essa x. Però noi possiamo, senza assegnar prima un valore alla x, dare immediatamente de' valori decrescenti alla t, e trovare i corrispondenti valori di Θ e di T, e determinare di poi, quando ci paja conveniente, quelli di x che loro corrispondono, facendo uso della equazione [1]. Ciò è quello che si è fatto nel formare la seguente tavola:

Valori di x	Valori di t	Valori di Θ	Valori di T	Paragone fra Θ e T
0 ...	100°	$400^{mill.}$	$760^{mill.}$	$\Theta < T$
	90	351,4	525,4	*id.*
	80	305,1	354,6	*id.*
	74,25	279,31	279,35	*id.*
0,696 .	74,224	279,28	279,28	$\Theta = T$
	74,20	279,18	279,0	$\Theta > T$
	70	260,9	233	*id.*
	60	218,6	148,8	*id.*
	30	102,5	31,5	*id.*
	10	32,8	9,16	*id.*
	2	6,44	5,3	*id.*
	1,60	5,158	5,155	*id.*
123,34 ...	1,599	5,155	5,155	$\Theta = T$
	1,59	5,126	5,151	$\Theta < T$
	1,0	3,22	4,94	*id.*

Da questa noi veggiamo che, dando a t una serie di valori successivamente decrescenti da 100 all'ingiù, noi troviamo sulle prime la Θ minore di T; e in questo tratto della tavola la tensione del vapore contenuto nella meschianza non arriva alla quantità necessaria alla saturazione. E ciò sino a $t = 74°,224$, al qual punto riesce $\Theta = T$, e si ha la precisa saturazione, e vi si trova corrispondere $x = 0,696$, cioè chilogrammi 0,696 di aria asciutta per ogni chilogrammo di vapore. Al di sotto di questo valore di t, e sino a $t = 1°599$, noi abbiamo $\Theta > T$, e perciò in questo altro tratto della tavola il vapore, se si conservasse tutto aeriforme, sarebbe d'una tensione e in una quantità maggiori che allo stato di saturazione, e però nella effettiva mescolanza dovrà una parte di esso condensarsi in goccioline liquide. Al valore di $t = 1,599$ si trova ancora $\Theta = T$, cioè la precisa saturazione, e vi corrisponde una meschianza di 123,34 chilogrammi d'aria per ogni chilogrammo di vapore. Al di sotto si ha di nuovo $\Theta < T$, come dapprincipio, cioè il vapore non arriva alla quantità bisognevole alla saturazione; vale a dire, l'aria è in una quantità sì grande da non poter tutta essere saturata da quel chilogrammo di vapore. Di maniera che, sotto la pressione di 400 mill., la maggiore quantità possibile di aria a 0° che può essere saturata da un chilogrammo di vapore a + 100° C. è di chilogrammi 123,34, e forma una misehianza della temperatura di 1°,599 C.

Posto ora = 1 il volume che ha il detto chilogrammo di vapore alla temperatura di 100°C e sotto la pressione di 400 millimetri di mercurio, quale sarà il volume di 123,34 chilogrammi d'aria a 0° sotto la medesima pressione? Chiamando v un tale volume, e rammentando 1.° che i pesi sono proporzionali ai volumi moltiplicati per le gravità specifiche; 2.° che pel vapore il volome è 1 e la gravità specifica è $^{0,621}/_{1+0,00367.100}$, ossia $^{0,621}/_{1,367}$, e che per l'aria il volume è v e la gravità specifica è 1, noi avremo la proporzione

$$1 : 123,34 :: 1\,\frac{0,621}{1,367} : v \,.\, 1,$$

da cui

$$v = \frac{123,34 \,.\, 0,621}{1,367} = 56,05.$$

Il volume dell'aria asciutta sarà dunque uguale a 56,05 volte quello del vapore.

E il volume del miscuglio quale sarà? In esso miscuglio la temperatura è 1°,599, e la tensione del vapore è 5,155. Chiamato perciò V il volume di questo vapore sparso nel miscuglio, il qual volume è quello del miscuglio medesimo, e richiamando che alla temperatura 100° e alla tensione di 400 millimetri di mercurio la stessa quantità di vapore ha il volume 1, noi avremo

$$V : 1 :: \frac{1 + 0,00367 \,.\, 1,599}{5,155} : \frac{1 + 0,00367 \,.\, 100}{400},$$

$$V = \frac{(1 + 0,00367 \,.\, 1,599)\ 400}{5,155 \,.\, 1,367} = 57,10$$

Sicchè un volume 1 di vapore puro darà 57,10 volumi di aria satura; e i 3234 metri cubici di vapore puro, provenienti da un metro cubico d'acqua, daranno metri cubici $3234 \,.\, 57,10$, ossiano 184660 di aria satura, mediante il mescolamento con una massa d'aria secca uguale a 123,34 volte la massa del vapore. E se quest'aria conteneva già una quantità anche piccolissima di vapore, questa eccederà la saturazione, e si ridurrà a vapor visibile, e formerà una nube.

Se ora un metro cubico d'acqua può dare una nube del volume di 184660 metri cubici, da quanta acqua potrà derivare una nube del volume di metri cubici 30 000 000 000? Il potrà d'una massa d'acqua di metri cubici 162460, i quali avrebbero potuto formare sul cratere (supposto dell'area di 320000 metri quadrati) uno strato alto 58 centimetri: poco diversa da quanto vi può piovere in un

anno. Potrebbe adunque senza nessuna assurdità attribuirsi una tal nube ad acqua piovana caduta sul cratere, e altresì, se si voglia, in altre vicine parti del cono vulcanico nell'anteriore tempo di tranquillità, e non ancora interamente evaporata.

Se l'aria ove il vapore si diffonde fosse già molto umida, come è sovente il caso, potrebbe la stessa quantità di acqua dare una nube molto più grande di quella che abbiamo insegnato a calcolare. Poniamo che essa avesse contenuto $^9/_{10}$ del vapore che a quella temperatura la può saturare. Noi possiamo in questo caso immaginarla formata di un decimo di volume di aria secca, e di nove decimi di aria satura, si l'una che l'altra a quella stessa temperatura. Ora il nuovo vapore non ha che da saturare quel decimo di volume d'aria secca, per porre tutta la massa a uno stato prossimo a quello di nube. E anzi a ottenere una nube vera non si richiede nemmeno l'aggiunta, che trovavamo necessaria poc'anzi, di un piccolo sovrappiù di vapore, bastando qui la meschianza delle due arie, quella dei nove decimi di volume già satura dapprima, e quella del solo decimo ridotto saturo dal nuovo vapore ricevuto. Giacchè essendo questa seconda a una temperatura alcun poco diversa, appunto in grazia del detto nuovo vapore, si ha qui il caso della meschianza di due arie a diversa temperatura, ed entrambe sature di vapore acqueo, le quali, nella vicendevole mescolanza, si rendono soprassature e danno una nube (Veggasi il 2.° volume del mio *Corso di Fisica*, p. 457). Potrebbe adunque, nel particolare caso da noi supposto, una medesima quantità di acqua dare una nube dieci volte più grande di quella superiormente calcolata.

Egli è poi ovvio a vedersi, che la nube di cui si tratta avrebbe potuto avere un volume ancora più grande e venire inoltre rinnovata più volte, quando molta parte di essa fosse stata formata dalle sole materie polverose trascinate in alto dai vapori acquei, e poi lasciate ricadere.

Osservazione. Tutto il precedente calcolo, col variare opportunamente i dati numerici, può evidentemente servire per qualsivoglia altro caso in cui si tratti di trovare il volume d'aria che può essere ridotto allo stato di nube dalla vaporizzazione di una data quantità di acqua mediante l'ebullizione. E si debbono naturalmente ottenere risultamenti diversi, secondo i varj casi. In particolare osserveremo, che quando il vapore venga ad uscire più caldo dal cratere di quanto si è supposto, e arrivi perciò sotto la pressione di 400 millimetri con una temperatura superiore a quella de' + 100° C. superiormente ammessi, sia perchè sviluppatosi dapprincipio sotto una pressione più forte di quella che può dare i detti + 100° C., sia perchè passato di poi frammezzo a materie più calde, e sia perchè meno raffreddato nel consecutivo suo alzamento, verranno in tale caso ad essere più vicini fra loro que' due valori di t pei quali si ha $\Theta = T$, o dai quali, direbbero i matematici, viene soddisfatta l'esposizione

$$T - \Theta = 0;$$

e minore riuscirà il secondo valore di x, cioè sarà più piccola la quantità d'aria che potrà essere ridotta allo stato di nube da una data quantità di vapore, e tanto più piccola quanto più alta sarà la detta temperatura primitiva di esso vapore. E potrà anche avvenire, se una tale temperatura sarà sufficientemente elevata, che essa nube manchi affatto. A questo ultimo modo pare da spiegarsi come alla sera dell'8 agosto 1779 siasi alzata dal Vesuvio e mantenuta per quasi una mezz'ora una maestosissima e *trasparente* fiamma, fatta di liquida e infocata lava (*Phil. Trans.* 1780, p. 55, 59).

SOPRA ALCUNI PUNTI RELATIVI ALL' INFLUENZA DELLE DIVERSE FASI DI DISTRIBUZIONE DEL VAPORE

SULL' EFFETTO UTILE DELLE ORDINARIE MACCHINE MOTRICI, E SOPRATUTTO DELLE LOCOMOTIVE

CONSIDERAZIONI

DI

GIOVANNI CODAZZA

Lette nell' adunanza del giorno 23 luglio 1857.

I.

Denomino *ordinarie* quelle macchine motrici in cui l' applicazione del vapore è fatta secondo i principj fin qui universalmente in uso. Intendo per ciò d' escludere quelle più recentemente costruite o proposte all' intento di ottenere un uso più razionale e quindi più economico del calore; ma che, o non sono entrate nel dominio pratico, o non vi ricevettero ancora così estesa applicazione, da potersene bene valutare tutti gli elementi di un definitivo giudizio.

È noto che il tipo di motrice ordinaria, ritenuto il più conveniente per una migliore utilizzazione del calore, è quello che soddisfa alle tre condizioni seguenti: 1.ª uso del vapore ad alta pressione; 2.ª distribuzione che consenta l'espansione per una lunga frazione della corsa; 3.ª condensazione la più perfetta possibile.

Nessun dubbio sulla prima di queste condizioni, perchè, calcolando colla formola di Regnault, si trova che, mentre occorrono 637 calorie per ridurre un chilogrammo d'acqua in vapore alla pressione di un' atmosfera (100° C.), basta l' aggiunta di altre 37 calorie per ridurre lo stesso peso di vapore da 1 a 10 atmosfere (180° C.) È perciò che le macchine ad alta pressione tendono a generalizzarsi nelle officine e nella navigazione; — constatata l' utilità della condensazione e dalle deduzioni razionali e dai risultati pratici, entro i limiti in cui l'approvigionamento di acqua fredda non costi un dispendio di lavoro motore paragonabile all' economia di calore che colla condensazione stessa si tende a produrre; — divise invece ancora le opinioni, se non sui vantaggi prodotti dall'espansione, almeno sui limiti a cui convenga estenderla, e sui modi più opportuni per ottenerla.

Molteplici e numerosi sono i meccanismi fin qui proposti e patentati per ottenere l'espansione fissa o variabile: — possono ridursi alle due seguenti categorie: 1.ª espansione con un sol cassetto con bordi interni ed esterni, e precessione della sua corsa rispetto alla corsa dello stantuffo; 2.ª per organi speciali.

Il primo di questi metodi, comunque il più semplice, non fu il primo inventato sotto la forma speciale con cui lo si applica attualmente. Usato parzialmente in Inghilterra e

tenuto come segreto di officine, studiato in Francia sulle locomotive importate nel 1837, perfezionato da Clapeyron, il cassetto semplice con bordi e precessione di corsa divenne il mezzo più semplice per ottenere l'espansione fissa; comunque, o per supposti difetti di questo metodo, che valuteremo in seguito, o per lo spirito di far valere nuove patenti, non ristessero i costruttori dal proporre continuamente nuovi organi speciali.

L'uso dell'espansione Clapeyron trovò il suo perfezionamento e complemento nell'applicazione ad essa della *coulisse* di *Stephenson*. — Inventata originariamente per congiungere le forchette terminali delle due aste di eccentrico in una sola scanalatura arcuata, e facilitare il cambiamento di direzione nel moto delle locomotive, fu essa ben presto riconosciuta un organo semplicissimo e convenientissimo per ottenere l'*espansione variabile entro limiti assegnati*. — L'influenza dei suoi elementi sulla estensione relativa delle diverse fasi di distribuzione, valutata originariamente col mezzo di tentativi su modelli, fu studiata la prima volta da Phillips (1), nel 1853, in un lavoro approvato dall'Istituto di Francia, ed in seguito da Redtenbacher (2), Weisbach (3), Zech (4), e Zeuner (5). — L'importanza e semplicità di quest'organo meccanico condusse i tecnici teorici e pratici a proporne diverse modificazioni più o meno utili, onde se ne hanno diversi tipi descritti nelle pubblicazioni industriali, e studiati teoricamente da Zeuner (6) e Reuleaux (7), e la loro applicazione, limitata originariamente alle locomotive, si va generalizzando alle altre macchine a vapore, e sopratutto nella navigazione (8).

Mentre questi fatti dimostrano quanto i pratici riconoscono vantaggioso l'uso di questo metodo di distribuzione, sopratutto in vista della semplicità di costruzione e di manovra, e della facilità di riparazione, si fanno ad esso diversi appunti, di cui i principali sono i seguenti: 1.° *la fase di compressione* del vapore, che avviene fra l'interruzione dello scarico e la precessione all'ammissione, e la cui ampiezza, misurata in frazione della corsa, aumenta coll'aumentare la fase di espansione; 2.° *la riduzione della corsa del cassetto*, e per conseguenza dell'ampiezza delle luci di ammissione e di scarico per ottenere i diversi gradi di espansione, da cui deriva una differenza variabile di pressione fra il generatore ed il cilindro.

Il prof. Reuleaux (9), in una sua dotta Memoria, combatte il timore dell'effetto dannoso della compressione, e dimostra che la distribuzione colla *coulisse* è opportuna a ben utilizzare il vapore. Le sue deduzioni si appoggiano specialmente a risultati numerici ottenuti dall'esame di casi particolari.

Considerando l'importanza dell'argomento, e persuaso della necessità di ricorrere in ogni quistione di macchine termodinamiche ai criterj che offre la *teoria dinamica* del calore,

(1) Annales des Mines, tome III, 1853.

(2) Gesetze des Lokomotiv-Baues, 1855.

(3) Ingenieur und Maschinen Mechanik - Dritter Theil.

(4) Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieurvereines, 1855, n. 12.

(5) Der Civil Ingenieur - Zeitschrift für das Ingenieurwesen. Freiberg, 1856.

(6) Der Civil Ingenieur - Zeitschrift, etc. - Ibid.

(7) Ibid. Ibid. 1856 e 1857.

(8) Gaudry. Traité des machines à vapeur, 1856, Part. I, pag. 314; — 1857, Part. II, pag. 531.

(9) Ueber die wirkung der Dampfvertheilung bei den Coulissensteuerungen — Civil-Ingenieur, 1856.

teoria che, dopo le esperienze e le dottrine di Mayer, Joule, Regnault, Hemoltz, Clausius, Thompson, Rankine, Seguin, Siemens ed altri, non può più essere revocata in dubbio, credetti non inopportuno il riassumere sotto questo punto di vista l'esame di una distribuzione tipo, ad un sol cassetto con precessione e bordi, qualunque sia il sistema per cui gli si trasmetta il movimento, applicandovi i teoremi conosciuti della teoria dinamica, per riconoscere l'influenza delle diverse fasi sull'*effetto utile* della macchina motrice.

E in ciò si avverta che io distinguo *effetto utile* da *lavoro utile*. Conservo la denominazione di *lavoro utile* (1) a quella porzione di *lavoro esterno* alla macchina, che è consumata nel vincere quella speciale resistenza in che sta lo scopo a cui la macchina è destinata. In questo concetto il lavoro utile è indipendente dal tempo e dalla spesa necessarj a produrlo. Ma in ogni quistione industriale l'elemento economico non può essere preterito, e nell'andamento continuo d'una macchina a vapore la maggior spesa è dovuta al consumo di combustibile. Denomino perciò *effetto utile il rapporto fra il lavoro utile ottenuto e l'equivalente meccanico del calore consumato.*

Questa denominazione è conforme a quella che Rankine (2) denomina *efficieney*. Conservando poi le denominazioni introdotte e comunemente ricevute nella teoria dinamica del calore, dirò propriamente *lavoro esterno* quello *prodotto esternamente alla sostanza veicolo della conversione del calore in forza*, e *lavoro interno* quello *consumato o prodotto nelle variazioni di volume dalle azioni molecolari.*

II.

Comincio a determinare *le frazioni di corsa* corrispondenti *alle diverse fasi di distribuzione*, in funzioni degli elementi, costanti per ciascuna distribuzione, variabili dall'una all'altra, dai quali dipendono le dimensioni delle parti del cassetto, ed il sistema di trasmissione del moto.

La condizione che regola il movimento del cassetto, è che esso *faccia vibrazioni eguali intorno ad una posizione media, in guisa che la sua velocità sia massima nell'istante del passaggio per questa posizione, e si annulli per cambiare di segno negli istanti in cui arriva a distanze eguali da essa.*

Essendo il moto del cassetto legato al movimento dell'albero motore, se si denomina u la velocità angolare di questo, s la corsa del cassetto, v la sua velocità; è eviden-

(1) Fra i dotti tentativi per introdurre rigore analitico nella determinazione del *lavoro motore* del vapore nelle locomotive, che non è che il *lavoro esterno* del *calore* che opera per l'intermezzo del vapore come *veicolo*, non voglio tacere due pregiati lavori italiani.

1.° La Memoria dell'ingegnere Francesco Colombani: *Sulla distribuzione del vapore nelle Locomotive*, nel Giornale *il Politecnico*, Milano, 1842.

2.° La Memoria del prof. Conti: *Intorno al calcolo dell'azione dinamica del vapore nella Locomotiva*, letta nel 1847 all'Istituto di Venezia, ed inserita nel volume IV dei suoi *Atti*.

(2) On Thermo dynamic Engines. - Philos. Trans., 1854, Part. I.

te, per la condizione premessa, che la corsa s sarà rappresentabile da una equazione della forma

$$s = \pm A \cos ut \pm B \operatorname{sen} ut, \tag{1}$$

da cui si ha subito

$$v = s'_t = \mp uA \operatorname{sen} ut \pm uB \cos ut; \tag{2}$$

e quindi

$$A = s_0 \quad . \quad B = \frac{v_0}{u}, \tag{3}$$

essendo s_0, v_0 i valori iniziali di s e di v.

E poichè il cassetto fa una oscillazione completa (una vibrazione positiva ed una negativa) durante una intera rotazione dell'albero motore, così, denominando T la durata di ciascuna oscillazione, si avrà

$$T = \frac{2\pi}{u}.$$

Ponendo $ut = \omega$ si avrà s in funzione dell'angolo di rotazione della manovella, ossia

$$\begin{aligned} s &= \pm A \cos \omega \pm B \operatorname{sen} \omega \\ v &= \mp uA \operatorname{sen} \omega \pm uB \cos \omega; \end{aligned} \tag{4}$$

denominando ω_0 ed ω_1 i valori di ω corrispondenti ad $s = 0$ e $v = 0$, si ha subito

$$\operatorname{tang} \omega_0 = \cot \omega_1 = -\frac{A}{B}. \tag{5}$$

Se si fissa l'origine della corsa nell'istante in cui il cassetto passa per la sua posizione media, e l'origine degli angoli sulla direzione della corsa, allora ω_0 è l'angolo di cui la manovella dista dal *punto morto* quando il cassetto arriva alla sua *posizione media*. Quando la manovella arriva al punto morto, il cassetto si sarà già allontanato dalla posizione media dello spazio $s_0 = A$.

L'angolo ω_0 si dice *precessione angolare*, e lo spazio A *precessione lineare*. Quando il movimento del cassetto è guidato da un eccentrico, la *precessione angolare è determinata come complemento dell'angolo che il maggior raggio dell'eccentrico fa colla direzione della corsa*. Se il moto del cassetto risulta dal movimento combinato di due eccentrici, come nei diversi gradi di espansione *nelle distribuzioni a* coulisse, *allora tanto la precessione angolare che la lineare sono funzioni di quelle che risulterebbero separatamente dalla collocazione speciale di ciascun eccentrico.*

Dalle analisi istituite dal prof. Zeuner sulle distribuzioni, o ad un solo eccentrico, o col mezzo delle diverse *coulisses* (1), si possono desumere i valori delle costanti A e B

(1) Ueber Coulissen Steuerungen - Ingenieur Civil. Zweiter Band.

Ueber die Dampfvertheilung bei den neuen Lokomotiven Steuerungen. - Ingenieur Civil. Dritter Band.

in funzione *a*) degli elementi costanti di trasmissione del moto, *b*) della precessione angolare, o della precessione lineare, come per la *coulisse* di Waldegg, non che *c*) dell'elemento variabile per una stessa *coulisse* che determina il grado dell'espansione, e quindi costante per una distribuzione data. Io rimando il lettore a quelle dotte Memorie, per conoscere nei diversi casi le espressioni di A, B; bastando a ciò che segue, il conoscere che, ad eccezione delle dimensioni dei bordi, le quali non influiscono sul movimento, la distribuzione è pienamente definita dai detti valori di A e di B, che si denomineranno le *costanti della distribuzione.*

La (4) si dirà *l'equazione della distribuzione.*

Il prof. Zeuner ha data la regola per costruire un *diagramma* per cui, per ogni copia di valori dati delle costanti di distribuzione, si ponno avere graficamente tutti gli elementi variabili corrispondenti alle diverse posizioni della manovella, cioè *la fase della distribuzione nelle due camere del cilindro laterali allo stantuffo, e lo stato delle relative luci.*

Mio scopo è di ottenere una rappresentazione analitica che valga qualunque siano i valori delle costanti della distribuzione, ossia per una *distribuzione tipo*, di cui tutte le altre a cassetto semplice non siano che un caso particolare desumibile dal *tipo*, quando siano conosciuti i valori particolari delle costanti di distribuzione.

Avendo il bordo esterno lo scopo di limitare la luce di ammissione, ed il bordo interno quello di limitare la luce di scarico, è evidente che, allontanandosi il cassetto dalla posizione media, le aperture di queste luci saranno eguali a ciò che sarebbero state senza i bordi, cioè alla corsa del cassetto, meno gli aggetti dei bordi che le ricoprono. Per ciò, denominando U, W le *ampiezze* variabili *delle luci di ammissione e di scarico; E, I, gli aggetti dei bordi esterno ed interno*, sarà

$$U = s - E \quad ; \quad W = s - I. \tag{6}$$

Se si trasporta l'origine degli angoli sulla direzione del raggio della manovella che preceda d'un angolo ω_2 la direzione della manovella al *punto morto*, e si denomina α_2 l'angolo variabile riferito alla nuova origine, sarà:

$$\alpha_2 = \pm\,\omega + \omega_2$$

e quindi

$$\pm\,\omega = \alpha_2 - \omega_2\ ;$$

quindi *l'equazione della distribuzione, riferita a questa nuova origine*, prende la forma

$$S = \pm\, A_2 \cos\alpha_2 \pm B_2 \operatorname{sen}\alpha_2, \tag{7}$$

in cui

$$\begin{aligned} A_2 &= A\cos\omega_2 + B\operatorname{sen}\omega_2 \\ B_2 &= A\operatorname{sen}\omega_2 - B\cos\omega_2; \end{aligned} \tag{8}$$

le A_2, B_2 sono le *costanti della distribuzione riferite alla nuova origine.* Fra queste e le precedenti sussiste manifestamente la relazione:

$$A_2^2 + B_2^2 = A^2 + B^2.$$

È noto che se nell'equazione generale di un circolo

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2,$$

si trasformano le coordinate rettangole in coordinate polari, essa assume la forma

$$\rho = \pm 2a \operatorname{sen}\omega \pm 2b\cos\omega,$$

in cui ρ è il *raggio vettore,* ed ω l'*anomalia.* Perciò i valori di s dati dalle (4), ovvero dalle (7), si possono costruire come raggi vettori di un circolo, di cui le coordinate del centro, riferite al polo ed all'origine delle anomalie come asse delle x, siano $\pm\frac{A}{2}$, $\pm\frac{B}{2}$ per il caso della (4), e $\pm\frac{A_2}{2}$, $\pm\frac{B_2}{2}$ per il caso della (7). È pure manifesto che analogamente si possono costruire i valori di A_2 e B_2, dati quelli di A e B. Inoltre, i valori (6) di U, W si costruiranno intersecando i raggi vettori che danno i valori di s con due circoli aventi il centro comune al polo ed i raggi eguali rispettivamente ad E ed I. In queste considerazioni sta il fondamento analitico del diagramma di Zeuner.

Se $\omega_2=\omega_0=\operatorname{ang\,tang}\left(-\frac{A}{B}\right)$, si ha

$$\begin{aligned}\operatorname{sen}\omega_0 &= -\frac{A}{\sqrt{B^2+A^2}}\\ \cos\omega_0 &= +\frac{B}{\sqrt{B^2+A^2}},\end{aligned}\qquad (9)$$

e quindi, pel caso che si scelga l'origine degli angoli sulla direzione del raggio della manovella che corrisponde alla posizione media del cassetto, si ha

$$S=\pm B_0\operatorname{sen}\alpha \qquad (10)$$

$$\begin{aligned}V &= \pm B_0\cos\alpha\\ B_0 &= \sqrt{A^2+B^2},\end{aligned}\qquad (11)$$

quando il raggio della manovella sia in questa posizione, assunta come origine degli angoli α, si dirà che esso è *al punto di precessione,* perchè, se non vi fossero i bordi, comincerebbe a questo punto sì la precessione all'ammissione che la precessione allo scarico. È manifesto che le (4), (7) e (10) rappresentano in coordinate polari la medesima circonferenza, e che le $\frac{A}{2}, \frac{B}{2}$; $\frac{A_2}{2}, \frac{B_2}{2}$; $\frac{B_0}{2}$ rappresentano i sistemi di coordinate rettangole del suo centro riferite alle diverse direzioni assunte come origini degli angoli ω, α_2, α.

Quando $\alpha=0$, anche $s=0$; e quando $\alpha=\frac{\pi}{2}$ è $s=\pm B_0=\pm\sqrt{A^2+B^2}$, ossia il valore massimo della corsa, è eguale al diametro di detta circonferenza, alla quale è tangente la direzione del raggio della manovella al punto di precessione. Partendo dal valore $\alpha=0$ si incontreranno quattro angoli $\pm\alpha_e$; $\pi\pm\alpha_e$, ai quali corrisponderà

$$U=s-E=0$$

e quattro angoli $\pm\alpha_i$; $\pi\pm\alpha_i$ ai quali corrisponderà

$$W=s-I=0.$$

Avvertendo i valori periodici di s dati dalla (10), per cui

$$s(\alpha = 0) = s(\alpha = \pi) = 0$$
$$s\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right) = s\left(\alpha = \frac{3\pi}{2}\right) = \pm B_0,$$

è manifesto che, poichè $I < E$, anche $\alpha_i < \alpha_e$, ed inoltre, che per valori di $\pm\alpha < \pm\alpha_e$, ovvero $\pm\alpha > \pi \pm \alpha_e$ risulterà sempre $s < E$, e similmente per valori di α che soddisfacciano la condizione

$$\pi \pm \alpha_i < \pm\alpha < \pm\alpha_i \quad \text{risulterà sempre} \quad s < I.$$

Perciò, andando nel verso della rotazione della manovella, è manifesto che fra i limiti $-\alpha_i$, $+\alpha_i$ e fra $\pi - \alpha_i$ e $\pi + \alpha_i$ rimarrà chiusa la luce di scarico, ed invece fra i limiti $-\alpha_e$, $+\alpha_e$, e fra i limiti $\pi - \alpha_e$, $\pi + \alpha_e$ rimarrà chiusa la luce di ammissione.

Si consideri positiva la direzione che si allontana da destra a sinistra dalla posizione media del cassetto, e negativa la direzione opposta; e si denominino *luce sinistra* e *luce destra* quelle che sono rispettivamente a sinistra e a destra rispetto a questa posizione media.

Le dimensioni E ed I dei bordi devono soddisfare, oltre alla condizione $\alpha_i < \alpha_e$, anche alle due $\alpha_i < \omega_0$, $\alpha_e < \omega_0$, senza di che non vi sarebbe precessione all'ammissione ed allo scarico, nè questa precessione potrebbe essere maggiore di quella, ciò che costituisce le condizioni generali di una buona distribuzione.

Supponiamo che la manovella parta da un punto morto, per cui $\omega = 0$, $\alpha = \omega_0$, e propriamente da quello per cui è aperta all'ammissione la luce destra ed allo scarico la sinistra; in tal caso lo stantuffo comincia ed il cassetto continua la corsa positiva che esso aveva cominciato al punto di precessione $(\alpha = 0,\ \omega = -\omega_0)$.

Al punto $\alpha = \frac{\pi}{2}$, $\omega = \frac{\pi}{2} - \omega_0$, essendo massimo il valore di s, e quindi massimi i valori di $s - E$, $s - I$, si verifica la *massima apertura contemporanea delle due luci* (1). Il valore di v dato dalla (11) cambia di segno, il cassetto comincia la sua corsa negativa.

Al punto $\alpha = \pi - \alpha_e$, $\omega = \pi - (\omega_0 + \alpha_e)$ riuscendo $s - E = 0$, si chiude la luce destra, e comincia l'*espansione* nella relativa camera del cilindro.

Al punto $\alpha = \pi - \alpha_i$, $\omega = \pi - (\omega_0 + \alpha_i)$, riesce $s - I = 0$, si chiude la luce sinistra allo scarico; il vapore è rinchiuso nella relativa camera, e comincia in essa la *fase di compressione*.

Al punto $\alpha = \pi + \alpha_i$, $\omega = \pi - (\omega_0 - \alpha_i)$ ritorna $s = I$ per crescere di nuovo partendo da quella posizione. La luce destra si apre allo *scarico* perchè, distando il cassetto a destra dalla posizione media, essa è in comunicazione colla luce di esaustione.

(1) Si avverta che $s - E$ ed $s - I$ sono le *aperture teoriche*, e potrebbe avvenire che le ampiezze effettive delle luci fossero minori del massimo valore di $s - E$ ovvero di $s - I$. Ciò non implica alcuna difficoltà, in quanto che risulta, che prima che $s - E$ ovvero $s - I$ acquisti il suo valore massimo, la luce corrispondente è interamente aperta.

Al punto $\alpha = \pi + \alpha_e$, $\omega = \pi - (\omega_0 - \alpha_e)$ riesce $s = E$; ma continuando la corsa negativa del cassetto, è la luce sinistra che si apre all'ammissione.

Adesso ritornano le stesse fasi in verso opposto, cioè: continua l'ammissione per la luce sinistra fino al punto $\alpha = 2\pi - \alpha_e$ in cui comincia per essa l'espansione, la quale dura fino al punto $\alpha = 2\pi + \alpha_i$ in cui comincia la precessione allo scarico; invece continua lo scarico per la luce destra fino al punto $\alpha = 2\pi - \alpha_i$, al qual punto comincia la compressione che dura fino al punto $\alpha = 2\pi + \alpha_e$, in cui comincia la precessione all'ammissione.

Per una stessa luce adunque, per esempio, per la luce destra, durante una doppia pulsazione dello stantuffo ed un intero giro della manovella, si hanno le seguenti fasi:

al punto $\alpha = \alpha_e$; $-\omega = \omega_0 - \alpha_e$ comincia la *precessione all'ammissione*

1.ª *pulsazione*

$$\left.\begin{array}{l} \text{da } \omega = 0 \text{ fino ad } \omega = \pi - (\omega_0 + \alpha_e) \text{ continua l'}\textit{ammissione} \\ \text{da } \omega = \pi - (\omega_0 + \alpha_e) \text{ fino ad } \omega = \pi - (\omega_0 - \alpha_i) \text{ vi è } \textit{espansione} \\ \text{da } \omega = \pi - (\omega_0 - \alpha_i) \text{ fino ad } \omega = \pi \quad \textit{precessione allo scarico} \end{array}\right\} \qquad (12)$$

2.ª *pulsazione*

$$\left.\begin{array}{l} \text{da } \omega = \pi \text{ ad } \omega = 2\pi - (\omega_0 + \alpha_i) \text{ continua lo } \textit{scarico} \\ \text{da } \omega = 2\pi - (\omega_0 + \alpha_i) \text{ ad } \omega = 2\pi - (\omega_0 - \alpha_e) \text{ vi è } \textit{compressione di vapore} \\ \text{da } \omega = 2\pi - (\omega_0 - \alpha_e) \text{ ad } \omega = 2\pi \qquad\qquad \textit{precessione all'ammissione} \end{array}\right\} \qquad (13)$$

Fatta astrazione dall'obliquità della biella, le *lunghezze delle frazioni di corsa dello stantuffo, durante le quali avvengono queste fasi di distribuzione, sono rispettivamente eguali alle projezioni sulla direzione della corsa degli archi descritti dall'estremo del raggio della manovella, durante le stesse fasi.*

Si denominino, r il *raggio* $\frac{B_0}{2} = \sqrt{\left(\frac{A}{2}\right)^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2}$ *della circonferenza rappresentata dall'equazione della distribuzione,* ed R il *raggio della manovella.*

Gli angoli α_e, α_i sono compresi rispettivamente fra una tangente al circolo di raggio r, e le corde passanti per il punto di contatto ed aventi le lunghezze E ed I. Sarà per ciò

$$\begin{aligned} \alpha_e &= \text{Ang. sen } \frac{E}{2r} \\ \alpha_i &= \text{Ang. sen } \frac{I}{2r}. \end{aligned} \qquad (14)$$

Con che *gli angoli* α_e *ed* α_i *sono dati in funzione dei bordi del cassetto e delle costanti di distribuzione.*

Se ora si denominano rispettivamente a, e, s le frazioni di corsa corrispondenti all'*ammissione,* all'*espansione* ed alla *precessione allo scarico* nella prima pulsazione; ed s_1, c, a_1 quelle corrispondenti allo *scarico,* alla *compressione,* ed alla *precessione* all'*ammissione* nella seconda pulsazione; si potranno avere subito queste lunghezze dietro la cognizione dei limiti (12), (13) degli angoli di rotazione della manovella, entro i quali avvengono le fasi a cui corrispondono. A tal uopo si avverta, che essendo la projezione di un arco di

semiperiferia sul diametro eguale alla differenza od alla somma delle projezioni dei raggi condotti agli estremi di esso, secondo che questi estremi siano o no nel medesimo quadrante; così, contando gli angoli che i raggi fanno col diametro sempre nel medesimo verso, e tenendo conto della variazione di segno dei coseni di questi angoli, sarà sempre la projezione dell'arco eguale alla differenza delle projezioni dei raggi condotti agli estremi di esso.

Per ciò si ha:

nella 1.ª *pulsazione*

$$\begin{aligned} a &= R\big(1 + \cos(\omega_0 + \alpha_e)\big) \\ e &= R\big(\cos(\omega_0 - \alpha_i) - \cos(\omega_0 + \alpha_e)\big) \\ s &= R\big(1 - \cos(\omega_0 - \alpha_i)\big) \end{aligned} \qquad (15)$$

nella 2.ª *pulsazione*

$$\begin{aligned} s_1 &= R\big(1 + \cos(\omega_0 + \alpha_i)\big) \\ c &= R\big(\cos(\omega_0 - \alpha_e) - \cos(\omega_0 + \alpha_i)\big) \\ a_1 &= R\big(1 - \cos(\omega_0 - \alpha_e)\big). \end{aligned} \qquad (16)$$

Queste sono le formole più generali che danno le *frazioni di corsa corrispondenti alle diverse fasi di distribuzione ad un sol cassetto in funzione del raggio della manovella, delle costanti di distribuzione, dei bordi del cassetto e dell'angolo di rotazione della manovella,* fatta astrazione dalla obliquità della biella. Esse rappresentano una *distribuzione data qualsivoglia.*

Se si stabiliranno delle relazioni di condizione fra le grandezze a, e, s, s_1, c, a_1, si avranno equazioni le quali potranno servire a determinare alcuni elementi per una *distribuzione dimandata,* essendo conosciuti gli altri.

Ponendo nelle (15), (16) $I = 0$ e per conseguenza $\alpha_i = 0$, si hanno le formole relative al *cassetto con solo bordo esterno;* e ponendo anche $E = \alpha_e = 0$ si hanno quelle per il *cassetto semplice senza bordi.* In questo caso è $e = c = 0$, cioè col *cassetto semplice non si può ottenere espansione e non si ha quindi compressione.*

Ponendo inoltre $\omega_0 = 0$ si ha la così detta *distribuzione normale senza precessione.*

In tal caso $e = s = c = a_1 = 0$; $a = 2R$, $s_1 = 2R$, ossia vi è ammissione durante la prima pulsazione, e scarico durante la seconda per tutta l'estensione della corsa.

III.

Dalla discussione precedente risulta, come è noto, che ciascuna camera del cilindro opera in due pulsazioni consecutive, come una macchina a semplice effetto, compiendovi il vapore tutto il ciclo di trasformazioni occorrenti a quest'uopo. Ma siccome questo ciclo si compie per ambedue le camere, in guisa che tra una camera e l'altra vi sia *una differenza di fasi corrispondente ad una pulsazione,* essendo identiche del resto tutte le altre circostanze; così è manifesto che allo studio della azione contemporanea del vapore nelle

due camere in una sola pulsazione, si può sostituire quello dell'azione successiva in due pulsazioni nella medesima camera. Sommando convenientemente i periodi, l'effetto finale dovuto all'azione contemporanea nelle due camere sarà esattamente il doppio di quello che si ottiene dall'azione semplice in una camera sola.

Alle ampiezze delle corse dello stantuffo bisogna aggiungere il così detto *spazio nocivo*, il quale è composto di tutto lo spazio non generato dal movimento dello stantuffo, ed interposto fra esso ed il cassetto di distribuzione, ossia dello spazio interposto fra lo stantuffo al termine della corsa ed il fondo del cilindro e dello spazio occupato dai condotti di vapore alle due camere del cilindro. Questo spazio nocivo si potrà sempre all'evenienza rappresentare in aumento della lunghezza del cilindro. Si denomini n quest'aumento.

Si consideri ora il ciclo delle trasformazioni del calore che avvengono durante il ciclo di fasi di distribuzione in una sol camera durante una doppia pulsazione. In questo esame ammetto l'ipotesi che le pareti del cilindro siano impervie al calore. La conducibilità del metallo non rende possibile la realizzazione assoluta di quest'ipotesi; ma io supporrò che l'equivalente meccanico del calore perduto per conducibilità, il quale è a sottrazione del lavoro della macchina, sia valutato come *lavoro resistente esterno*.

Quanto al lavoro resistente prodotto dallo sfregamento dello stantuffo contro il cilindro, esso viene restituito al vapore sotto forma di calore.

Si cominci a considerare ciò che avviene all'aprirsi della luce di ammissione, e, per fissar le idee, supponiamo che sia quella che corrisponde alla corsa positiva. Il vapore, affluente dal generatore attraverso questa luce, entra nello spazio nocivo, si distende nella frazione di corsa concessa alla precessione all'ammissione, la quale viene ad essere occupata successivamente dallo stantuffo.

Se questi spazj fossero vuoti di vapore, e lo stantuffo restasse immobile, allora il vapore affluente, non esercitando lavoro esterno, per un principio della teoria termodinamica confermato dalle esperienze dirette di Regnault, non avverrebbe in esso diminuzione di calore, e la quantità di calore corrispondente al lavoro interno dell'espansione sarebbe restituita dal calore corrispondente al lavoro consumato nello spegnersi delle forze vive delle molecole affluenti. Ma lo stantuffo lavora in questa fase a contro vapore, epperò una porzione del lavoro che esso trasmette, sarà sottratta al lavoro esterno della macchina per essere riconvertita in calore, con che potrà essere vaporizzata qualche porzione dell'acqua che il vapore trae sempre seco dal generatore. Vedremo in seguito che possa avvenire quando questa fase sia preceduta da quella di compressione.

Al principio della corsa positiva, il vapore, già contenuto nel cilindro e nei condotti, tende ad espandersi nello spazio che genera lo stantuffo, e nello stesso tempo comincia nuovo afflusso. La pressione che tende a stabilirsi dipende dal rapporto fra la velocità della corsa e l'ampiezza delle luci di ammissione. Quella, per una macchina data ed un carico dato, è funzione di questa; ma dipende anche dagli elementi costruttivi della macchina e dal carico di essa.

Dalle (6), (10) si ha

$$\begin{aligned} U &= \pm B_0 \operatorname{sen} \alpha - E \\ W &= \pm B_0 \operatorname{sen} \alpha - I. \end{aligned} \tag{17}$$

Per cui *le luci di ammissione e di scarico, corrispondenti a distanze eguali del cassetto dalla posizione media, aumentano o diminuiscono insieme coll'aumentare o diminuire il valore della costante* B_0, funzione degli elementi costanti di trasmissione del moto per una distribuzione data. Sarà però sempre per valori eguali di α, $U < W$ tenendo conto del segno.

Diminuendo U diminuisce la pressione nel cilindro rispetto a quella che esiste nel generatore; ma nello stesso tempo tende a diminuire la contro pressione, perchè U diminuisce più rapidamente di W. Il lavoro della macchina quindi non è ridotto nella stessa proporzione con cui aumenta la differenza di pressione fra il generatore ed il cilindro. La riduzione del lavoro è dovuta alla riduzione della frazione di corsa in cui avviene l'ammissione, la quale è legata colla riduzione della corsa del cassetto.

Difatti, essendo

$$\begin{aligned} \alpha_e &= \text{ang sen } \frac{E}{B_0} \\ \alpha_i &= \text{ang sen } \frac{I}{B_0} \\ \omega_0 &= \text{ang sen } \frac{A}{B}, \end{aligned} \tag{18}$$

in cui nel valore di ω_0 si è ommesso il segno —, perchè nelle formole (15), (16) si considera il valore numerico dell'angolo ω_0, indipendentemente dalla sua posizione; è manifesto che col diminuire B_0 gli angoli α_e ed α_i aumentano. Quanto all'angolo ω_0 esso è funzione di A, B_0, e quindi la sua determinazione suppone nota la cognizione della legge con cui variano contemporaneamente A, B. Ma osservando la seconda delle (15) si vede che essa si riduce alla seguente

$$e = R \left\{ (\operatorname{sen} \alpha_i + \operatorname{sen} \alpha_e) \operatorname{sen} \omega_0 - (\cos \alpha_i - \cos \alpha_e) \cos \omega_0 \right\} \tag{19}$$

la quale ci dice che *il valore di* e *aumenterà coll'aumentare il valore di* ω_0; e però tutte le distribuzioni a *coulisse* hanno la proprietà di produrre colla variazione della posizione della leva di rialzo l'opportuno aumento o diminuzione dell'angolo ω_0 per aumentare o diminuire l'ampiezza della fase di espansione. Si può verificare graficamente questa circostanza relativa alle diverse *coulisses* mediante la costruzione del diagramma di Zeuner.

Coll'aumento degli angoli α_e, α_i, ω_0 è evidente che diminuiscono i valori di a e di s dati dalle (15), (16), e quello più rapidamente di questo. A questa diminuzione della fase di ammissione è dovuta la riduzione del lavoro esterno (*utile* e *resistente*). Ma siccome è in pari tempo diminuito il consumo di vapore, ed in generale il lavoro resistente diminuisce, comunque non proporzionalmente, col diminuire il lavoro totale; così *la diminuzione di lavoro utile non produrrà una corrispondente diminuzione di effetto utile durante la fase di ammissione*, chè anzi questo si conserverà prossimamente costante.

Difatti, denominiamo M l'equivalente dinamico del calore, C la quantità di calore sottratto al vapore durante l'ammissione, L_u, L_r i lavori esterni prodotti (*utile* e *resistente*), F l'effetto utile, sarà

$$F = \frac{L_u}{C}.$$

Ma L_r si può sempre rappresentare con un'espressione della forma

$$L_r = K + iL_u.$$

Essendo K una piccola parte di L_r indipendente da L_u, ed i coefficiente opportuno. Quindi, essendo per la teoria dinamica del calore:

$$C = \frac{1}{M}(L_u + L_r) = \frac{1}{M}\{(1+i)L_u + K\}$$

sarà

$$F = M\frac{L_u}{(1+i)L_u + K} = M\left(\frac{1}{1+i} - \frac{K}{(1+i)^2 L_u + K}\right). \qquad (20)$$

Dove il termine che contiene L_u dimostra che la perdita di effetto utile aumenta col diminuire L_u, ma che le relative variazioni sono piccole.

È dunque fuor di luogo l'accusa fatta alla distribuzione a *coulisse*, relativa al diminuire la corsa del cassetto per ottenere le espansioni più prolungate, ed alla conseguente differenza di pressione fra il generatore ed il cilindro; giacchè, *quanto alla diminuzione di lavoro utile*, è ciò appunto a cui mira il macchinista, il quale regola l'espansione a norma del carico e delle resistenze accidentali. Quanto all'*effetto utile* poi, esso varia pochissimo durante la fase di ammissione in cui la macchina lavora a pieno vapore, ed invece esso aumenta grandemente coll'aumentare la fase di espansione; giacchè durante questa fase il lavoro esterno è l'equivalente meccanico dell'ulteriore calore perduto dal vapore già ammesso nel cilindro, senza che avvenga nuova sottrazione di calore dal generatore.

Si è sempre calcolato il lavoro del vapore durante il periodo di espansione nell'ipotesi che le sue variazioni di volume seguano la legge di Mariotte. Ma il prof. Clausius ha dimostrato, in una sua ultima Memoria sulla teoria dinamica del calore (1), che, durante l'ammissione dal generatore al cilindro, una porzione dell'acqua che il vapore trae seco può essere vaporizzata, e che durante il periodo di espansione invece una porzione di vapore viene necessariamente condensata. Le influenze di queste opposte trasformazioni, relativamente all'effetto utile in parte si compensano; ma conviene tenerne conto nel valutare l'influenza delle successive fasi.

Durante lo scarico, la reazione che sopporta lo stantuffo dipende e dalla velocità della corsa, e dall'ampiezza della luce di scarico, e dalla pressione nello spazio in cui si scarica il vapore. Le esperienze dirette coll'indicatore delle pressioni attestano che la pressione del vapore nella camera che si vuota è prossimamente costante.

(1) Poggendorff, Annalen, vol. XCVII, p. 441. — Philosophical Magazine, S. 4, vol. 12, n.° 79, 80 e 81.

Questo fatto, assunto come risultato di esperienza, trova la sua spiegazione nelle considerazioni seguenti:

1.° Mentre il vapore si scarica, il volume si riduce in conseguenza del moto dello stantuffo.

2.° Del lavoro motore consunto dalla reazione, e perciò sottratto durante lo scarico all'azione esterna della macchina, una parte è convertita in forza viva della massa di vapore che sorte, ed una parte è convertita in *lavoro interno* al vapore tuttavia rinchiuso, compensando così in parte l'effetto dell'espansione avvenuta nella fase precedente, e di quella che avviene nella fase attuale.

Passiamo ora a considerare la *fase di compressione*. Durante questa fase il vapore è rinchiuso in uno spazio variabile, senza aggiunta o sottrazione di calore, dall'esterno. La quantità di calore di cui è veicolo il vapore rinchiuso, subisce una trasformazione precisamente reciproca a quella che avviene durante l'espansione, colla sola differenza dei limiti di temperatura diversi. I valori delle frazioni di corsa corrispondenti a queste due fasi opposte, e dati dalle (15), (16), possono mettersi sotto la forma seguente:

$$\begin{aligned} e &= R\left\{\quad \cos\omega_0(\cos\alpha_i - \cos\alpha_e) + \operatorname{sen}\omega_0(\operatorname{sen}\alpha_i + \operatorname{sen}\alpha_e)\right\} \\ c &= R\left\{-\cos\omega_0(\cos\alpha_i - \cos\alpha_e) + \operatorname{sen}\omega_0(\operatorname{sen}\alpha_i + \operatorname{sen}\alpha_e)\right\}. \end{aligned} \tag{21}$$

Considerando che coll'aumentare l'ampiezza della fase di espansione aumentano contemporaneamente i valori degli angoli α_e, α_i, ω_0, riesce manifesto che da queste formole, ritenuta la condizione $E < I$, si desumono le seguenti conseguenze:

1.° *Per una distribuzione qualsivoglia, tra quelle che si considerano, la frazione di corsa corrispondente alla compressione è sempre minore di quella corrispondente all'espansione.*

2.° *La fase di compressione cresce, crescendo quella di espansione.*

3.° *Aumentando contemporaneamente le due fasi, esse convergono verso un limite comune; talchè per espansioni molto prolungate esse riescono prossimamente eguali.*

Analoghe considerazioni si possono fare sui valori di a_1 ed s, e su quelli di a ed s_1 dati dalle stesse (15), (16); cioè:

1.° *La precessione allo scarico è sempre più estesa della precessione all'ammissione.*

2.° *La fase di scarico è pure più estesa della fase di ammissione.*

3.° *Queste fasi convergono rispettivamente verso un limite comune, coll'aumentare indefinitamente l'ampiezza della fase di espansione.*

La fase di compressione avviene a dispendio del lavoro motore prodotto dallo stantuffo. Ma questo lavoro consumato non è totalmente perduto per l'effetto utile. Esso si converte necessariamente in calore trasmesso al vapore rinchiuso. Se questo vapore non contenesse parti liquide, verrebbe, durante la compressione, soprariscaldato. Ma questo non è il caso che si riscontra ordinariamente. Quindi l'effetto della compressione sarà in generale di restituire al vapore la temperatura perduta durante l'espansione e lo scarico, mantenendolo alla massima densità. Che il vapore in questa fase non si liquefi, fu già dimostrato

col mezzo dell'indicatore delle pressioni da Clapeyron. Clausius avvertì in seguito, la possibilità che si produca nuovo vapore.

Siccome il lavoro consumato nella compressione di una data massa di vapore fra dati limiti di temperatura è eguale a quello prodotto dall'espansione della stessa massa fra i medesimi limiti, così *la compressione avviene a spese del lavoro di espansione*, ma senza nuovo consumo di vapore. È una semplice conversione di lavoro in calore, il quale è utilizzato entro la macchina. La sola perdita rispetto all'effetto utile è, che il *lavoro resistente esterno*, durante questo periodo di compensazione, consuma sempre una quantità di calore che non può essere compensata. A questa poca perdita conviene mettere a riscontro i seguenti vantaggi:

1.° Allo scoprirsi della luce per dar luogo *alla precessione all'ammissione*, sono già ripieni di vapore compresso la frazione di corsa corrispondente ad essa, e lo spazio nocivo. Sarà questa una massa di vapore utilizzata sulla successiva ammissione.

2.° Il capitano Paris (1), nel suo *Trattato dell'Elice propulsiva* (1855), annovera, fra i danni dello spazio nocivo, quello che il vapore entra nel condotto di ammissione dopo che questo ha servito di tubo di scarico, e che quindi si è raffreddato in contatto collo spazio in cui si evacua il vapore, sia esso il condensatore chiuso o l'aria atmosferica. Questo inconveniente è, a suo credere, così rilevante, che propose una distribuzione a due cassetti, destinati ciascuno al servizio di una delle due camere, e posti verso i fondi del cilindro. Però le macchine di cui egli ragiona, sono ad espansione per organi speciali, e non col cassetto unico di Clapeyron. È evidente che la fase di compressione che precede l'ammissione, riscaldando il condotto, ovvia in tutto od in parte al detto inconveniente. Questo speciale vantaggio della fase di compressione era già stato avvertito da Combes (2), comunque, a togliere il danno dello spazio nocivo, egli proponesse di usare macchine a due cilindri accoppiati, in ciascuno dei quali il vapore operi a semplice effetto.

3.° È certo che l'esistenza dello spazio nocivo è una circostanza sfavorevole per l'*effetto utile*, e Clausius l'ha provato dimostrando, che *il lavoro esterno fornito dalla unità di massa di vapore diminuisce aumentando lo spazio che gli viene offerto*. Però la diminuzione di effetto non è proporzionale all'aumento di volume, ed il danno, già per sè non molto rilevante, sarà minorato qualora non tutto il vapore che riempie lo spazio concesso sia vapore fresco proveniente dal generatore.

4.° Il capitano Paris, nell'opera succitata, dedica un articolo speciale a dimostrare che l'espansione non è vantaggiosa come comunemente si crede. Del diminuito vantaggio egli assegna come causa il raffreddamento del cilindro durante l'espansione e lo scarico, ed il non sufficiente riscaldamento durante la breve fase di ammissione. Ma qui ricorre l'osservazione che nelle macchine dei navigli su cui fece i suoi esperimenti, l'espansione

(1) Paris. Traité de l'élice propulsive. Paris, 1855, pag. 519.

(2) Bulletin de la Société d'encouragement. Paris, 1847.

era ottenuta per organi speciali, e che quindi non vi era la restituzione di calore al cilindro durante la fase di compressione.

Il dubbio che può nascere è, che durante la fase di compressione il vapore rinchiuso possa sollevare il cassetto, facendolo ruotare intorno allo spigolo esterno più lontano dalla luce che mette alla camera in cui avviene la compressione. Ma si dimostra facilmente essere questo un timore insussistente.

Difatti, si osservi che essendovi tra le fasi contemporanee nelle due camere lo stesso ordine, e l'identità delle circostanze nel loro succedersi, colla differenza però della distanza tra le fasi stesse di un'intera pulsazione, è manifesto che dalle relazioni (12), (13) si dedurranno i limiti degli angoli, fra i quali avvengono le fasi contemporanee relative alla luce sinistra, aumentando di π tutti i valori di ω indicati in quelle relazioni.

Per ciò si vede che, essendo $\omega = 2\pi - (\omega_0 + \alpha_i)$ ed $\omega = 2\pi - (\omega_0 - \alpha_e)$ i limiti degli angoli fra i quali avviene la compressione nella camera destra, ed $\omega = 2\pi - (\omega_0 + \alpha_e)$, $\omega = 2\pi - (\omega_0 - \alpha_i)$ i limiti analoghi fra i quali avviene l'espansione nella camera sinistra, e poichè $\alpha_e > \alpha_i$, si hanno queste relazioni:

$$2\pi - (\omega_0 + \alpha_e) < 2\pi - (\omega_0 + \alpha_i)$$
$$2\pi - (\omega_0 - \alpha_i) < 2\pi - (\omega_0 - \alpha_e)$$

delle quali la prima ci dice che *la compressione nell'una camera incomincia quando è già cominciata l'espansione nell'altra*, e la seconda, che *la compressione continua in quella camera mentre è già incominciata la precessione allo scarico per questa.*

La frazione di corsa di cui l'espansione in una camera precede la compressione nell'altra è rappresentabile da

$$\Sigma = R\big(\cos(\omega_0 + \alpha_e) - \cos(\omega_0 + \alpha_i)\big),$$

e la frazione di corsa di cui la precessione allo scarico nella prima di queste camere anticipa la precessione all'ammissione nella seconda, è rappresentabile da

$$\Sigma_1 = R\big(\cos(\omega_0 - \alpha_i) - \cos(\omega_0 - \alpha_e)\big).$$

Si vede da ciò che va successivamente aumentando la pressione nella camera in cui avviene la fase di compressione, e diminuendo nella opposta.

Posto ciò, si denominino p_e, p_e le pressioni massime dovute alle fasi di espansione e di compressione nelle due camere, le quali, per metterci nel caso più sfavorevole, supporremo contemporanee, p la pressione nella scatola a vapore, l la lunghezza totale del cassetto, ed h la larghezza di ciascuna luce. $p_e h$, $p_e h$ e pl sono le pressioni interne ed esterne, $\frac{h}{2} + E$, $l - \frac{h}{2} + E$, $\frac{1}{2} l$ i rispettivi bracci riferiti allo spigolo sinistro, epperò, per l'equilibrio del cassetto, dovrà essere

$$p_e h\left(\tfrac{h}{2} + E\right) + p_e h\left(l - \tfrac{h}{2} - E\right) = \tfrac{1}{2} pl^2$$

ossia

$$p_e hl = \tfrac{1}{2} pl^2 + h\left(\tfrac{h}{2} + E\right)(p_e - p_e),$$

e trascurando il secondo termine del secondo membro per mettersi in un caso più favorevole alla stabilità avremo

$$p_c = p\,\frac{l}{2h}.$$

Il limite minimo pei cassetti in uso è $\frac{l}{2h} = 3$, e quindi *dovrebbe essere almeno* $p_c = 3p$ *affinchè lo sforzo del vapore compresso potesse aprire il cassetto.*

Il prof. Reuleaux si è anche fatto carico della possibilità delle fughe di vapore attraverso le guarnizioni delle scatole a stoppa, ed ha assegnato come limite massimo presuntivo, perchè ciò non avvenga, che il vapore compresso acquisti una pressione non maggiore di una volta e mezza la pressione nella scatola di vapore. Clapeyron aveva già accennata la convenienza di regolare la distribuzione in guisa, che la tensione del vapore durante la fase di compressione non superi quella che ha il vapore nel generatore. Ma si dimostra facilmente che ciò non può avvenire.

Difatti: ammettiamo che nelle due fasi di espansione e di compressione il vapore segua la legge di Mariotte, ciò che è sufficientemente approssimato pei calcoli pratici, ed inoltre ammettiamo che la pressione del vapore all'interruzione dello scarico sia eguale a quella che esso ha alla fine del periodo di espansione. Questa supposizione è legittima, e le esperienze di Gouin e Lechatellier, Gook e Bertera, riferite nell'opera *Guide du Mécanicien constructeur des locomotives*, pag. 532, opportunamente interpretate, tendono a provare che la prima di queste pressioni non supera la seconda. Si denomini p_e il valore di queste pressioni, e p_a la pressione media durante l'ammissione, p_c la pressione al termine della fase di compressione.

Avvertendo alla fase di espansione si ha

$$p_e = p_a\,\frac{n+a}{n+a+e};$$

ed avvertendo alla fase di compressione

$$p_c = p_e\,\frac{n+a_1+e}{n+a_1};$$

e sostituendo il valore di p_e dato dalla prima nella seconda

$$p_c = p_a\,\frac{n+a_1+e}{n+a+e}\cdot\frac{n+a}{n+a_1}$$

ossia per le (15), (16)

$$p_c = p_a\,\frac{n+R(1-\cos.(\omega_0+\alpha_i))}{n+R(1+\cos.(\omega_0-\alpha_i))}\cdot\frac{n+R(1+\cos.(\omega_0+\alpha_e))}{n+R(1-\cos.(\omega_0-\alpha_e))}.$$

A questa espressione si può dare la forma seguente

$$p_c = p_a\,\frac{(hk-lm)-(kl-hm)}{(hk-lm)+(kl-hm)} \qquad (22)$$

in cui

$$\begin{aligned} h &= n + R(1 + \text{sen.}\,\omega_0\,\text{sen.}\,\alpha_i)\\ k &= n + R(1 - \text{sen.}\,\omega_0\,\text{sen.}\,\alpha_e)\\ l &= R\,\cos.\,\omega_0\,\cos.\,\alpha_i\\ m &= R\,\cos.\,\omega_0\,\cos.\,\alpha_e. \end{aligned} \qquad (23)$$

Il coefficiente di p_a nella (22) sarà una vera frazione, se l'espressione $kl - hm$ sarà positiva. Ponendo in essa i valori assunti nelle (23) si ha

$$kl - hm = (nR + R^2)\cos.\omega_0(\cos.\alpha_i - \cos.\alpha_e) - R^2\,\text{sen.}\,\omega_0\cos.\omega_0\,\text{sen.}(\alpha_e + \alpha_i). \quad (24)$$

Ma per la (14) è

$$\cos.\alpha_i - \cos.\alpha_e = \frac{\sqrt{4r^2 - I^2} - \sqrt{4r^2 - E^2}}{2r},$$

espressione essenzialmente positiva finchè $I < E$, ciò che è necessariamente; ed inoltre per le (9) è

$$\text{sen.}\,\omega_0\cos.\omega_0 = -\frac{AB}{\sqrt{A^2 + B^2}}.$$

Quindi l'espressione (24) è positiva, e risulta $p_c < p_a$.

Convergendo ω_0 verso il limite $\frac{\pi}{2}$, l'espressione (24) converge verso lo zero, ed il coefficente di p_a nella (22) verso l'unità.

Resta per ciò dimostrato che la pressione del vapore alla fine della compressione è sempre minore della pressione media durante la fase di ammissione, e che quella si avvicina a questa come limite, estendendo l'ampiezza della fase di espansione.

Con ciò si è valutata l'influenza della fase di compressione sopra diversi accidenti della distribuzione del vapore. Passo ora a dimostrare che *questa fase è favorevole all'effetto utile.* Si consideri la massa di vapore che entra nel cilindro durante l'ammissione, divisa in due parti, di cui una è quella che sorte nella fase di scarico, l'altra quella che rimane e subisce la fase di compressione.

La prima di queste parti è veicolo della conversione del calore in forza, mediante il seguente ciclo di trasformazioni: *ammissione, espansione, scarico, alimentazione.*

Le condizioni costruttive per cui questo processo circolare si avvicina alle condizioni di macchina termodinamica perfetta, quali risultano dalla teoria di Clausius, sono:

1) assenza di spazio vizioso;
2) pressione nel cilindro eguale a quella che esiste nel generatore;
3) condensazione assoluta in un condensatore chiuso e per raffreddamento esterno; cioè senza mescolanza di acqua fredda al vapore condensato;
4) espansione estesa finchè la temperatura finale del vapore riesca eguale alla temperatura nel condensatore.

È manifesta la impossibilità di realizzare praticamente queste condizioni limiti, e ciò colle locomotive più che colle altre macchine motrici.

La porzione di vapore invece che rimane chiusa nel cilindro, subisce le seguenti trasformazioni:

1) *Ammissione,* durante la quale il vapore aumenta di volume aumentando di massa senza diminuire di temperatura. La linea delle pressioni in questa fase è di quelle che Rankine denomina *isotermiche,* o dell'egual temperatura.

2) *Espansione,* durante la quale il vapore aumenta di volume senza ricevere dall'esterno od emettere calore, e quindi abbassando la sua temperatura. La linea delle pressioni è di quelle che, inerentemente a questo fatto, Rankine denomina di *non trasmissione.*

3) *Scarico:* il vapore, in contatto collo spazio esterno in cui si versa, diminuisce di volume diminuendo di massa, e conservando costante la temperatura, perchè parte del calore che si conteneva prima nello spazio totale è portato via col vapore che si scarica. La linea delle pressioni è nuovamente una linea *isotermica.*

4) Finalmente *compressione*, nella quale il vapore, non ricevendo calore dal generatore e non emettendone all'esterno, diminuisce di volume elevando la temperatura. La linea delle pressioni è nuovamente una linea di *non trasmissione.*

Il *diagramma di forze* adunque, analogo a quelli che si ottengono cogli indicatori delle pressioni, e considerati la prima volta da Carnot e Clapeyron, *è chiuso fra due linee isotermiche, e due di non trasmissione.*

Da una proposizione fondamentale di Rankine sulla teoria delle macchine termodinamiche (15) risulta, che facendo in guisa che l'espansione sia prolungata di tanto, da produrre nel vapore la temperatura più bassa possibile, e che alla fine della compressione esso riacquisti la temperatura che aveva durante l'espansione, condizione che, come ho dimostrato, è legata a quella di prolungare l'espansione, allora il ciclo di trasformazioni suddette è quello a cui corrisponde il massimo effetto utile, corrispondente al consumo di una data quantità di calore.

Da tutte le fatte considerazioni risulta, che le distribuzioni del vapore mediante il solo cassetto di Clapeyron e l'uso delle *coulisses* per rendere l'espansione variabile, sono non solo i mezzi più semplici a tale uopo, ma altresì i più economici col modo ordinario di usare il vapore, e sopratutto per le locomotive, alle quali si dimanda un lavoro così variabile. Se il carico e le resistenze accidentali dimandano aumento di lavoro, il macchinista non bada all'economia, viaggia a pieno vapore, e rigettandolo continuamente nell'aria, spezza la molla dopo di essersene servito. Se invece le circostanze gli permettono di diminuire il lavoro, esso proporziona i gradi di espansione, ottenendo con ciò dalla macchina un minor lavoro, ma un maggior effetto utile.

SULL'INFLUENZA POLITICA DELL'ISLAMISMO

MEMORIA

DI

ANDREA ZAMBELLI

Se gli Arabi del Medio Evo abbiano avuta qualche influenza sui primordj della moderna letteratura, segnatamente sui poemi cavallereschi.

Letta nelle adunanze del 25 giugno e del 9 luglio 1857, e fa seguito a quelle inserite nel vol. VI, pag. 497.

Nelle precedenti Memorie io credo di avere dimostrato abbastanza, come non solo lo spirito cavalleresco, ma inoltre la cavalleresca poesia e lirica ed epica fosse nell'Europa introdotta e insegnata dagli Arabi. Sopratutto lo dimostrò il paragone dell'antico poema d'Antar, di questo tipo di ogni cavalleresca epopea, cogli altri che vennero in luce dappoi, anzi con ogni fatto o scritto che a cavalleria si attenga. Dopo le molte cose e dette e dimostrate con fatti ed autorità incontrovertibili sull'indole di esso, la quale non si trova nei greci e latini poemi, e riappare sotto varie forme nei moderni; sull'anteriorità così di lui come degli analoghi arabi poemi di Asca, di Saïd e di Tantarani; e sulla notizia ed imitazione che ne fu propagata nell'Occidente europeo dalle conquiste musulmane e dallo studio delle scienze e lettere arabe, generalizzato quindi nel medio evo; qual dubbio può rimanere intorno alla provegnenza dell'epopea cavalleresca nella moderna letteratura, differente in ciò dall'antica? La dimostrazione di un tale successivo passaggio di sensi e romanzi cavallereschi dall'arabo oriente ai popoli europei appare in codeste Memorie non ideale, non vaga, ma effettiva e manifesta (1).

(1) Alle molte prove, già date del mio assunto, io debbo qui aggiungere alcune altre autorità, di cui ebbi notizia dopo la pubblicazione di quelle Memorie. In proposito di Antar, autore ed eroe del poema che è il quinto dei *Moallakät*, come afferma l'allegato Jones, in un articolo del *Journal Asiatique* (Février-Mars 1856), Gustavo Dugat che lo tradusse, parlando un'altra volta di questo, cui chiama anch'egli guerriero e poeta, cavalier beduino e rappresentante il genio arabo prima dell'Islamismo, soggiunge queste notabili parole: « Maometto, il quale conosceva la storia di tutte le tribù, e prediligeva i valorosi, soleva dire che il guerriero beduino, che per la sua riputazione egli doleasi di non aver conosciuto, era l'eroe di Abs, era Antar. » Qual maggior prova che questi ebbe una effettiva esistenza, e in tempi anteriori all'arabo profeta? Ernesto Renan, collaboratore esso pure del *Giornale Asiatico* di Parigi, ed autore d'una *Storia delle lingue semitiche*, assai stimata, ne' suoi *Études d'histoire religieuse*, pubblicati in quest'anno istesso, reputa Antar, al pari, anzi meglio degli altri *Moallakät*, il quadro più gentile ed animato della vita araba prima dell'Islamismo, con que' fantastici e cavallereschi sensi di onore e di raffinato e poetico amore, i quali, com'egli dice, « ne formano un tipo ammirabile, di cui non saprebbe trovare il maggiore in tutta la storia della civiltà. » Vi scorge in somma tutto ciò ed ancor più ch'io non ne dissi nella Memoria undecima. E, sulla provegnenza della cavalleria e della poesia cavalleresca in Europa, ai molti argomenti, ond'io la dimostrai nelle dette Memorie, mi giova

Venendo or dunque a parlare dei romanzi o poemi cavallereschi, che sono il tema da me assunto in questa Memoria, per quali vie, per quali mani poteva codesta derivazione effettuarsi, se non erano quelle degli Spagnuoli e dei Provenzali, cioè dei *troubadours*, i quali furono i primi in un immediato e continuo contatto cogli Arabi? Come si potrebbe asserire o tampoco immaginare, che prima della Spagna e della Provenza, tanto vicine e famigliari a quelli, ne ricevesse ed apprendesse i cavallereschi poemi il lontano settentrione della Francia, il quale non aveva con loro, segnatamente in codesta barbara età, veruna corrispondenza? Come in siffatta trasmissione i *trouvères* settentrionali poteano precedere i meridionali *troubadours?*

Ma ciò non basta per soddisfare la coscienza dei contraddittori, mentovati nella precedente Memoria; i quali ne attribuiscono ai poeti del nort la precedenza. Più che le congetture, per quanto fondate appajano, essa vuol vedere i fatti. E questi pure non mancano a tal uopo, anzi ne abbiamo in copia, riferiti e provati da rispettabili scrittori. Già vedemmo, aver trovata Villemain una letteratura provenzale in sino ne' secoli anteriori al mille (1): vedemmo altresì, com' egli (2), sebbene a primo aspetto gli sembrasse che i trovatori di Provenza, siccome meridionali, dovessero avere maggiore attitudine ai brevi che ai lunghi componimenti, dubitasse poi del contrario, a ciò movendolo, oltre Raynouard, il nostro Dante; il quale ricorda « versi d' amore e prose di romanzi » del provenzale Arnaldo Daniello, nei quali, conforme appresso soggiunge « soverchiò tutti ». Ora, codesti dubbi, in cui l'illustre professore lasciava i suoi uditori, sono tolti da Fauriel; tolti dalla coscienziosissima e dottissima *Storia letteraria di Francia*, già da me più volte citata in queste Memorie; tolti pure da altre prove, onde risulta evidentemente, avere avuta i Provenzali una copiosa ed antica epopea cavalleresca, non che contemporanea, anteriore a quella istessa del Cid. Il primo (3), con la sua solita coscienza che nessuno gli contende, allega a tale proposito parecchi poemi, quali latini, quali volgari, ma tutti anteriori a quanti ne uscirono dalla penna dei *Trouvères.* In un barbaro latino è il più antico di quelli, Gualtieri d'Aquitania, di cui lessi alcuni brani, tradotti da esso Fauriel; ancora, ne lessi nel Codice della Novalesa, illustrato da Muratori (4); ancora, nella *Storia della poetica Letteratura tedesca* di Gervinus (5). La Francia e la Germania nel V secolo sono il teatro delle imprese romanzesche di codesto Gualtieri; il quale, come si legge, valorosamente, anzi rabbiosamente combattè ed Attila e i Franchi, salvando dalle lor mani la sua Ildegonda; e pare che ad ultimo, dopo molte vicende, andasse a chiudere tanto valore e tanta rabbia in un monastero. Del quale poema, tradotto in varie lingue, molte cose si scrissero; chi il volle germanico, chi francese, chi italiano: ma

aggiungere in questa Nota un'altra rispettabile testimonianza.

Ebbi ultimamente la compiacenza di vedere nel *Manuale della letteratura spagnuola* di Lodovico Lemcke, pubblicato poco fa in Lipsia, che questo dotto e coscienzioso scrittore ne riconosce anch'egli la derivazione dagli Arabi di Spagna, e ne adduce a un di presso le medesime ragioni che io ne addussi. Si può consultare a tal fine il suo *Handbuch der spanischen Literatur*, Erster Band, Einleitung, p. 12 e seg.

(1) Nella antecedente Memoria.

(2) *Cours de littérature française*, cinquième leçon.

(3) *Histoire de la poésie provençale*, T. I, p. 269 et suivantes.

(4) T. II, P. II, *Rerum Italicarum Scriptores.*

(5) *Geschichte der poetische national Literatur der Deutschen* von G. G. Gervinus, Erster Theil, p. 98 e seg.

l'autorevole storico della poesia provenzale (1) ha dimostrato con autentici documenti, cioè con due codici, nuovamente scoperti, l'uno nel Belgio, l'altro nella Biblioteca imperiale di Parigi, averlo composto tra il IX e X secolo un monaco Geral, di patria provenzale, che lo trasse da memorie aquitaniche del secolo VII: la quale antica data gli concede anche il Muratori (2). V'ha pur chi crede trovarvi qualche traccia dei Nibelunghi, o, per dir meglio, delle antiche leggende e canti popolari, onde venne raccolto codesto poema tedesco, che è del secolo XIII o in quel torno. E, veramente, il romanzo di Gualtieri ha parecchie parti comuni con quelli; ma se, come oggimai non si dubita, questo romanzo del secolo X precedette di tre secoli i Nibelunghi, composti nel XIII, e se le memorie, da cui furon cavati ambedue, coincidono a un di presso nelle medesime epoche, non poteano i Nibelunghi aver preso materia dal romanzo di Gualtieri anzichè questo da quelli? Comunque siasi, ch'io non voglio sciogliere per ora l'avviluppata questione, ciò che al caso nostro importa si è, che il poema è di Provenza, e che Fauriel vi trova segni manifesti d'una letteratura provenzale che precede e suppone quella dei *Troubadours*. «La Provenza, dice Schleicher (3), ebbe il merito di produrre un poema sin dal secolo X il quale ne attesta la priorità letteraria.» Vi trovano inoltre e Fauriel e Galeani Napione (4), vi trovo io pure, che ne lessi gran parte, i barlumi, gli esordj d'un'antica cavalleria, il primo saggio dell'epopea cavalleresca. Che dobbiam dirne or dunque? Diremo, che, come nell'elemento unnico e scandinavo dei Nibelunghi un poeta del secolo XIII trasfuse lo spirito della cavalleresca età degli Hohenstaufen, i mecenati degli Arabi e dei trovatori; così il monaco provenzale del secolo X abbellì o cercò di abbellire l'arida cronica del VII colle idee cavalleresche, già propagate nella Spagna e nella Francia meridionale dall'illustre califfo Abderamo. L'Attila dei Nibelunghi, non che siavi un divino flagello, vi tiene alquanto del Carlomagno dei romanzieri, non altrimenti che Gualtieri ritrae dagli immaginati paladini di questo; ed, o per mezzo della civiltà sveva o per mezzo della provenzale, figlie ambedue dell'araba, si manifesta e nell'uno e nell'altro poema il soffio orientale, che vi anima o ingentilisce la morta o ruvida poesia dei bassi secoli.

In un latino di egual conio, ma pieno di originali e poetiche finzioni, è il secondo poema, citato da Fauriel a conforto della sua sentenza: il quale egli crede (5) che fosse composto nella prima metà del secolo IX; ma non ne rimangono che dei frammenti. È una leggenda in versi sulla fondazione della famosa Badia di Conques, nel Rouergue, provincia della Guienna; dove il poeta, un monaco di Aquitania, Ermando Nigello, immagina una lunga guerra tra i montanari del paese e gli Arabi, temuti e insieme ammirati, anzi imitati da coloro stessi che li combattevano, eppure ne sentivano la cavalleresca influenza, come appunto e il nostro autore e Sismondi (6) e il Lemcke (7) ci affermano.

(1) T. I, p. 398.

(2) *Ibidem.*

(3) *Les langues de l'Europe moderne*, traduction de l'allemand par Hermann Ewerbeck, p. 226.

(4) Nell'opera *Dei Piemontesi illustri:* «È il primo dei romanzi che rappresenti l'antica cavalleria», egli dice. Lo pone fra i cavallereschi il Muratori (*De litterarum fortuna*, Vol. III, *Antiq. Medii Aevi*). Io ne scorgo dei barlumi in quella avventurosa vita di Gualtieri, nella difesa del sesso debole, nelle osservate leggi dell'onore. — V. anche Fauriel, *Hist. de la poésie provencale.* T. II, p. 372.

(5) *Ibidem*, T. I, p. 431.

(6) *Hist. des Français*, Partie troisième, ch. X.

(7) *Handbuch der spanischen Literatur*, Einleitung, p. 22.

Passa egli in appresso a ricordare, pur nel medesimo intento, la Storia romanzesca del prete Bernardo (1); e vi si legge d'un cavalier di Tolosa, Rajmondo Bousquet, che fu in perpetua lotta coi Saracini, dai quali lo salvano non meno i miracoli d'una santa vergine che il valore del suo braccio: strano romanzo, scritto sul principiare del secolo XI nella nascente lingua provenzale, e in cui gli eroici fatti dell'Odissea d'Omero si frammischiano a quelli degli Arabi di Spagna, sicchè vi si discerne a occhi veggenti l'ultima influenza del degenerato latino che cede il luogo a quella dell'araba letteratura, conforme avverte anche Fauriel. E un altro non meno fantastico e cavalleresco racconto egli ricorda, ch'io non posso lasciare inosservato, quello del limosino Bechada; il quale altro non è che un canto sulla prima Crociata, nella lingua di Provenza, in monoritmi, i quali al certo ritraevano dall'araba poesia, che, come altrove si disse (2), li usava da tempo antichissimo; e dove segnatamente viene descritta la celebre presa d'Antiochia, fatta dai Crociati con eroico valore. Pare che fosse composto nella prima metà del secolo XII, quando altri già poetavano in quelle parti: ma, come dice Fauriel, « codesti canti, codesti racconti erano la continuazione di altri più antichi, destinati a ricordare alle nazioni meridionali della Francia le loro guerre coi Saracini di Spagna. » Dovunque in somma vediamo i romanzieri provenzali, eccitati al canto da memorie musulmane, informati dovunque dallo spirito cavalleresco degli Arabi.

Or vediamo gli antichi romanzi cavallereschi di Provenza, riportati ed esposti nell'autorevole *Storia letteraria di Francia*, a cui prese sì gran parte lo stesso Fauriel. L'illustre Accademia delle Inscrizioni e Belle Lettere diviene senz'altro per noi un gran peso nella bilancia. Essa, come già si accennò, propende a concedere ai *Trouvères*, o Francesi come li chiama, una priorità nella risorta poesia: ma ciò non la distoglie dal porre a suo tempo e luogo i provenzali romanzi. Vi si riporta primieramente il poema di Gherardo di Rossiglione (3), di quell'eroe del IX secolo, il quale fece qualche comparsa sotto i deboli e discordi figli di Carlomagno; ma l'immaginazione del poeta, nutrita d'arabi concetti, gli attribuisce inoltre romanzeschi sensi e pensieri e cavalleresche prove: un corrisposto amore per una figlia di non so quale imperator greco, la quale aspirando al trono di Costantinopoli, nè volendo quindi maritarsi ad un duca, sibbene a chi, invece della ducale, cingesse l'imperiale corona, destina ella stessa in moglie all'amante la propria sorella, ma non senza però crearlo ad un tempo suo cavaliere, acciò rimanga per lei quello di prima, un amante spirituale e fantastico, di quelli che si scorgono sì sovente nelle arabe e provenzali poesie, ricordate in altre Memorie: gli attribuisce ancora una serie di contese con Carlo il Calvo, una vicenda di guerre e di paci, di tristi e liete sorti, da cui emerge la vigorosa e magnanima natura del protagonista. È un romanzo cavalleresco di rozzo ma energico stile, talchè pare l'opera d'uno dei primi trovatori di Provenza, e desta non pertanto, in chi lo legga, una singolare emozione. Raynouard (4), Fauriel, e gli autorevoli Accademici concordano nel tenerlo provenzale: e se pure, come sembra, ve n'han parecchi di egual tema e di linguaggio diverso, quello della lingua *d'occo* ha tutte le apparenze d'essere stato il più antico.

(1) *Ibidem*, p. 435.

(2) Nella Memoria ottava.

(3) *Histoire littéraire de la France*, T. XXII, p. 167.

(4) *Nouveau choix des poésies originales des Troubadours*, p. 175 et suiv.: dove io ne lessi i copiosi estratti; ed anche nell'*Hist. littér. de la France*.

Segue nella relazione degli illustri *Editori* il poema di Fierabraccia e di Ulivieri, tradotto ed imitato nel secolo XV da un ignoto romanziere italiano (1), e il cui soggetto è la ricuperazione delle sante reliquie di Cristo; le quali, secondo una favolosa leggenda, Carlomagno avea da Gerusalemme portate a Roma, donde rapironle i Saraceni; ed Ulivieri ne fu l'eroico ricuperatore. Nel quale romanzo que' dotti trovarono brani di autori e tempi diversi; ma da parecchi indizj sono indotti a credere che sia venuto dal mezzodì della Francia. Ve li induce segnatamente il nome provenzale di Floripar, l'amante dell'eroe cristiano (2).

Fanno appresso menzione e danno gli estratti del famoso romanzo di Lancillotto del Lago (3), il cui primo autore affermano e dimostrano, essere stato il provenzale Arnaldo Daniello, ricordato di sopra, quel *miglior fabbro del parlar materno*, quel *gran maestro d'amore*, nei versi e nelle prose del quale si inspirarono i due primi lumi della nostra poesia, Dante e Petrarca. Anche Torquato Tasso lo attribuisce ad Arnaldo (4). Eppure l'argomento è tratto dal ciclo della *Tavola Rotonda*, attribuito da Sismondi ai Normanni: da vantaggio, insieme coi nomi di Artù e della regina Ginevra, vi si trovano non pochi del mezzodì della Francia; vi si scorge l'originale ed ardita fantasia provenzale; vi compaiono in iscena e le fate e gli incantesimi, non già del freddo ed arido settentrione, sibbene del brillante e fervido oriente. Del medesimo ciclo, provano i suddetti eruditi, essere eziandio il seguente poema, Goffredo e Brunissenda, benchè vi riconoscano l'opera d'uno dei numerosi trovatori della corte di Pietro II d'Aragona, e personaggi e castelli di Tolosa e del Limosino; anzi credono per fermo, che i monologhi dei due amanti altro non siano che un centone elegante e ingegnoso di tutto ciò che i trovatori provenzali avevano scritto e cantato dei loro cavallereschi amori. E qual maraviglia? Ne veniva da essi la favilla inspiratrice, quella che gli Arabi aveano in Ispagna suscitata i primi.

Per questa copiosa serie di poemi, la quale si stende dal secolo IX insino al XIII, appar manifesto che l'epopea provenzale, anzichè essere posteriore, è anteriore a quella dei *Trouverès*, la quale non fu al certo di sì antica data. Si fa palese inoltre che dessa, e nei promordj e nei progressi di quella letteratura, ricevette dagli Arabi ora la materia, ora il cavalleresco carattere. Ma vediamo altri argomenti dei contraddittori, la oppugnazione dei quali ci fornirà di chiarire dell'importante verità, che non al norte ma al mezzodì, anzi all'arabo oriente, si dee riferire la provegnenza dei romanzi cavallereschi.

Secondo si vide nelle precedenti Memorie, Sismondi attribuisce l'origine dell'epopea cavalleresca, non ai Saraceni, i quali, come egli dice, non sono mai ricordati nei primi poemi ch'ei crede quelli della Tavola Rotonda o del ciclo di Artù; non ai Provenzali, di cui, come pure afferma, nè tampoco vi si fa menzione: sì bene ai Normanni. La quale proposizione viene a risolversi in due; cioè: che il ciclo di Artù o della Tavola Rotonda abbia preceduti gli altri, quello di Carlomagno, quello di Amadigi e via dicendo; e che in quel primo non si fa parola nè di Arabi nè di Provenzali. Or io credo di poter dimostrare la falsità dell'una e dell'altra asserzione.

Colla scorta dei testi e dei fatti, che oramai alcuno non nega, ha provato Fauriel (5) che codesti poemi in cui si celebrano le favolose avventure dell'ultimo re brettone,

(1) *Hist. littér. de la France*, T. XXII, p. 210.
(2) V. anche Raynouard, *ibidem*, p. 290.
(3) *Ibidem*, p. 212.
(4) *Discorso secondo sul Poema eroico*, p. 62.
(5) *Hist. de la poésie provençale*, T. II, ch. XXVI.

difensore dell'Inghilterra contro l'invasione degli Anglo-Sassoni, e quelle di sua moglie Ginevra e dei prodi suoi cavalieri, furono tutti composti oltre la metà del secolo XII. Sismondi (1) istesso, il quale dice di averli esaminati, li pone in quel periodo di tempo, verso la fine del mille e cento, alcuni eziandio nel mille e dugento; nè anteriori a quest'epoca li fanno gli illustri editori *de l'Histoire littéraire de la France*, allegati più volte. Per conseguenza, l'esservi cantate le geste d'un re del secolo VI, il quale storicamente precedette e i califfi e i cavalieri di Spagna e di Provenza, non dee trarci nell'opinione che i poemi del ciclo di Artù siano più antichi degli altri. Cantarono il figlio di Pendragone poeti assai posteriori a lui; i quali, volendo allargare il campo alla fantasia loro, poichè non vi bastavano le geste dei contemporanei, pure assai maravigliose, andarono a cercarne un pascolo in lontane memorie, dove l'immaginazione potea farvi per ciò appunto un migliore e mirabil giuoco. Vi si favoleggiò d'un Artù assiso a un desco, con dodici Brettoni e dodici Romani, i quali erano il fiore e il paragone d'ogni cavalleria; d'un Tristano, d'un Lancillotto del Lago, e d'altrettali famosi per valor d'armi e per amorose avventure; del profeta Merlino, che forse fu in origine un Mirling, un bardo dell'antica Cambria, ma le popolari tradizioni e i poeti che vi attinsero ne foggiarono un mago, attribuendogli una quantità di strane profezie; le quali, cresciute col tempo per mezzo di molte interpolazioni dei copisti, dettero ampia materia alle finzioni di altri poeti e ad ultimo del nostro Ariosto: ancora, vi si favoleggiò d'una santa coppa o *Saint Graal*, come la chiamarono, la quale si credeva fosse quella con cui Cristo celebrò l'ultima cena, e che l'avessero conquistata e poi recata in Inghilterra i prodi della Tavola Rotonda: strano miscuglio in somma di guerresche e amorose vicende, di fantastici pregiudizj e di azioni eroiche, quale portava il natural genio di età cavalleresche e superstiziose. Codesti fatti, codesti eroi, non altrimenti che i paladini di Carlomagno, sono pertanto immaginate leggende anzichè fatti realmente avvenuti, sono romanzi e non istorie, romanzi creati dalla fantasia di cavallereschi poeti fra il secolo XII ed il XIV.

Quale dei due cicli fosse il più antico, dato sicuro non ci è posto, sì mal certe e contraddittorie ne sono le epoche assegnate: ma in cambio di dati sicuri, ci può somministrare qualche lume la critica, sicchè le congetture medesime, se non tengono il luogo della verità, per lo meno vi si accostino e ne abbian l'aspetto. Che cosa infatti si può desumere da un attento esame dei poemi, in cui si narrano le avventure del periodo Carolingio, confrontati con quelli che descrivono le geste degli eroi di Artù e i pregiudizj della santa e miracolosa coppa? Abbiamo innanzi per l'una parte Ulivieri e Fierabraccia, Ajolfo, il romanzo di Aspramonte, Gherardo di Rossiglione, Guglielmo dal corto naso, la battaglia di Roncisvalle; dall'altro canto abbiamo Lancillotto del Lago, Tristano, il mago Merlino, Perecvalle, la Santa Coppa. Io non mi curo, se fosser l'opera di *troubadours* o di *trouvères*. Mi basta di chiarirne l'anteriorità, perchè questa ci farà chiari ad un tempo, se siane dovuta ai Normanni o ai Provenzali l'origine; se questi da quelli, o quelli da questi ne abbiano avuta l'inspirazione; se il Mezzodì e l'Oriente, ovvero il Settentrione li inspirasse. Premetto inoltre, che a codesto confronto mi furono precipua scorta gli Editori dell'*Histoire littéraire* e lo stesso Sismondi, non meno che il coscienzioso e autorevole Fauriel.

(1) *De la littérature du Midi de l'Europe*. T. I, p. 276.

E venendo al punto, chi esamini alcun poco i poemi del ciclo di Carlomagno non può fare che non si maravigli di trovarvi quasi due gradi di civiltà, l'una appena uscita dalla barbarie, se pure non è barbara ancora, l'altra in un qualche progresso; una cavalleria per anco imperfetta, ed una più dirozzata e gentile. Segnatamente nel romanzo di Roncisvalle, il quale, come anche dicono i prelodati Editori, pare che in sè raccolga tutte le favolose memorie del gran Carlo e de' suoi paladini e del sì famoso Orlando, si trova codesta contraddizione di cose, quella che non si trova nei romanzi della Tavola Rotonda; i quali ci rappresentano più compiti cavalieri, dame più gentili, un già migliorato costume, per quanto almeno lo poteva essere a que' tempi. Or come si spiega una tale diversità, se non col desumerne, che, dove i secondi erano l'opera d'un solo autore, il quale vi imprimeva il carattere dell'età propria, i primi erano in gran parte una raccolta di più vecchie tradizioni e leggende e canti popolari, oramai periti, e rimasti in codeste rimate rapsodie? Nel titolo vi appare un solo argomento, un autor solo; ma questi non fece che un'accozzaglia di ciò che aveva udito e trovato sparso e confuso in memorie tramandate da vecchi rapsodi e dalle lingue del popolo.

Si volga un breve sguardo alla storia letteraria di qualunque nazione, e nelle sue più remote poesie e storie si vedrà ordinariamente l'opera di più autori e di varj tempi. E la cosa è ben naturale. Come già dimostrai nell'ottava di queste Memorie, ne' primi tempi, quando al difetto del raziocinio supplisce l'immaginazione, non che i compositori di rime, il popolo istesso è poeta: lo è coi canti, onde celebra gli eroi; lo è coi favolosi racconti, colle sue stesse superstizioni ed ubbie. Le quali varie tradizioni trovarono pur sempre un rapsodo che le rappezzò e recitò, indi un poeta che se ne valse per crearne un romanzo, un poema; ovvero uno storico, o per dir meglio, un cronista che le ridusse in forma di lunga e continuata narrazione. Ebbero un tal fondamento, modificato e variato dall'arte d'un poeta o da speciali interessi e mire, i due gran poemi sanscriti, il Ramayana e il Mahabarata; l'ebbero forse l'Iliade e l'Odissea, il persiano Scha-nameh o Libro dei re di Ferdusi, e i Nibelunghi dei Tedeschi. «Queste epopee, come ben dice Fauriel, hanno tutte per base materiali più antichi, di cui esse non sono che una combinazione, una fusione, una modificazione qualunque, più o meno libera, dove l'arte interviene più o meno (1). »

Ma quell'arte che quindi compose i due indiani poemi nell'antichissima civiltà dei Bramini, quella che adornò di tanto splendore poetico le prime geste dei Greci, quella che dipinse con sì leggiadri colori e sì animate immagini le antiche memorie dei re di Persia, non poteva trovarsi nei cantori di Carlomagno o nella storia di Turpino; i quali scrissero in età, già non dirò rozze e barbare, ma certo molto di qua dal colto stile indiano, omerico e persiano. Quivi la mescolanza di cose vecchie e nuove appare perciò più manifesta: e la stessa inspirazione araba, che trova in quei rapsodi, in que' poeti tanti avanzi della trascorsa barbarie, ne rimane alterata ed infetta in sino a tanto che il progresso del promosso incivilimento abbia tempo di darvi più pure e consenzienti forme; secondochè era pure intervenuto all'agreste Lazio quando incominciò ad incivilirlo colle gentili sue arti la vinta Grecia. Per qualche intervallo insieme colla trasfusa civiltà si scorgono in codesti canti e scritti i ruvidi o impuri elementi di barbare o

(1) *Histoire de la poésie provençale*, T. II, p. 225.

imbarbarite nazioni. Ciò successe della letteratura latina, figlia della greca, ciò dello spirito e della poesia cavalleresca dei trovatori, cui aveva dato incitamento e vita l'araba cavalleria.

Esaminiamo i poemi di questo ciclo, in cui si cantano le immaginate imprese del gran Carlo e de' suoi paladini: e colla prova irrefragabile dei fatti rimarrem persuasi di quanto si asserisce. Nel romanzo di Ulivieri e Fierabraccia, di cui diedi poc'anzi un sommario, gli Editori dell'*Histoire littéraire de la France* (1) trovano tali contraddizioni da indurli a credere che sia un tessuto di racconti di autori e tempi diversi, fatto senz'arte e senza pretensione. E veramente, nel complesso di quello riportato da Raynouard (2), ed esposto da essi Editori, si scorge l'opera d'un poeta assai posteriore ai descritti avvenimenti; nella quale il di lui spirito cavalleresco e parecchi riferiti tratti di un compito cavaliere fanno un singolare contrasto con la durezza di certe ambasciate cristiane al saracino Balante, e col feroce e libero costume dell'avventurosa amica di Ulivieri. Nel poema di Ajolfo, composto nel secolo XII, Luciana, una damigella della corte di Lodovico il Pio, innamorata del giovine avventuriere, invece di esserne richiesta, essa medesima lo richiede di ciò che non è bello il dire, e con tali parole ed atti da disgradarne la moglie di Putifar: onde Fauriel, che ne riporta il brano relativo, trovandovi una ripugnanza alle idee ed ai costumi dominanti al tempo che fu scritto il poema, e quivi pure in altra parte rappresentati ed espressi, e riguardando alla dura e talvolta grossolana fierezza di codesti Carolingi eroi in aperta contraddizione collo spirito cavalleresco del detto secolo, gli pare, come pare anche a me, che siffatti romanzi dovessero essere composti sopra materiali anteriori di cui non siano che una rifusione, con nuovi accessorj bensì, ma con un fondo primitivo di più rimote e differenti età. La stessa e non meno giusta induzione può farsi dal vedere nel poema di *Guglielmo dal corto naso*, anch'esso del mille e cento, con quali colori vi si dipinga la lussuriosa Biancofiore, moglie di Lodovico il Pio, e con quali oscene parole e brutti oltraggi ne la riprenda in corte il prode cavaliero, di cui si celebrano le strane avventure e che pur le era fratello. « Sono canti popolari primitivi, sparsi e trasformati in mille maniere per le lingue degli uomini, e finalmente in un sol libro raccolti », dice Fauriel (3), alla cui opinione pare che si accosti quella dei mentovati Editori (4).

E nel romanzo dei quattro figli di Amone, in cui spicca sopra ogni altra cosa il miracoloso valore di Rinaldo di Montalbano, il quale fu poi il tema favorito di tanti altri romanzi e francesi e italiani; e in quello di Aspramonte, dove i detti Editori trovano le traccie di Gerardo di Rossiglione, e noi troviamo l'originale di parecchi antichi poemi della lingua nostra; e nel celebre poema di Roncisvalle, uno dei monumenti più preziosi dell'antica poesia nazionale, come lo chiamano essi Editori, e nel quale infatti raffiguransi i famosi eroi del Bojardo e dell'Ariosto, e Orlando colla sua Durlindana, e Ulivieri e gli altri paladini; evidenti appajono e per la confusione cronologica e pel diverso carattere dei personaggi e per la varia qualità delle imprese medesime gli indizj di età e di autori differenti. Siano del mezzodì, siano del norte della Francia coloro che li scrissero, o nella lingua *d'occo* o in quella *d'ouils*, fatto sta che palesano tutti una più an-

(1) *Hist. littér. de la France*, T. XXII, p. 191 et suiv.

(2) *Lexique Roman*, p. 290 et suiv.

(3) *Hist. de la poésie prov.*, ch. XXV.

(4) Che ne riportano gli estratti relativi.

tica origine. « Queste antiche geste, dicono gli autorevoli Editori della *Storia letteraria di Francia*, da' cui coscienziosi insegnamenti io mai non vorrei discostarmi, queste antiche geste sono l'opera di tutto un popolo. Sì tosto come l'avvenimento, su cui ciascuna di esse fondavasi, preoccupava l'attenzione generale, compariva un giullare, il quale ne raccontava con la chiarezza che per lui si poteva maggiore, le circostanze. Gli altri giullari, seguendone le vestigia lasciate, modificarono, amplificarono o migliorarono le primitive strofe; e così a mano mano ne risultava un componimento, accettato dalla pubblica opinione; nè alcuno davasi la briga di cercare qual ne fosse l'autore, nè tampoco pretendeva alcuno di esserlo egli (1). » Le quali assai notabili parole, consenzienti a quelle di Fauriel, forniscono al tutto di chiarirci, come codesti romanzi cavallereschi del ciclo di Carlomagno altro in sostanza non erano che accozzaglie di antiche popolari canzoni, occasionate da solenni e avventurosi fatti o contemporanei o recenti, amplificati dappoi e travisati e trasformati dalle inventive immaginazioni del popolo, pur sempre poeta in codeste età; i quali furono appresso cantati all'adunato volgo, e messi in rima e scritti, finchè un solo o più poeti ne ordinarono una raccolta che divenne successivamente un poema. L'origine vi appare evidentemente di più antica data che il secolo duodecimo e il suo antecedente; e l'epoca a cui risale, e le contrade e le avventure ivi descritte e cantate, ci fanno manifesto, quali ne fossero gli autori primitivi, quale la prima inspiratrice favilla; cioè a dire, i trovatori di Spagna e di Provenza, e la cavalleria e la poesia saracena, di cui quelli, per l'arabo idioma allor propagato fra essi, bevevano al fonte.

Avvenne di codesti poemi quello che si scorge nella favolosa cronaca del supposto Turpino, anteriore ai primi romanzi della Tavola Rotonda, come confessa il medesimo Sismondi (2), e la quale, se non è un poema, è non pertanto la sorgente di quei poetici racconti, di cui parlammo finora. I prelodati Editori ne discernono degli estratti nel romanzo di Ulivieri e Fierabraccia, in quello di Aspramonte, in quelli di Uggiero il Danese e di Roncisvalle (3). Vi si trova Carlomagno ed Orlando; vi si trovano il re moro Agolante e Ferraù, e gli altri eroi, celebrati in codesto ciclo, e le loro strane imprese e vicende; vi si rinviene la fonte primitiva di leggende e di favole, a cui attinsero antichi e moderni cantori di quelle strepitose guerre di Spagna fra Cristiani e Musulmani, segnatamente l'Ariosto che rese il nome di Turpino tanto popolare e sollazzevole tra noi. Fauriel non dubita di risguardare codesta cronica come un'amplificazione monacale in rozzo latino di alcuni canti popolari in idioma volgare sulla discesa di Carlomagno in Ispagna; dove, di mezzo alle trivialità e alle goffe parafrasi, risaltano parecchi brani di entusiastica poesia, siccome nel racconto degli ultimi istanti e della morte di Orlando (4). Vi si scorge più d'un riflesso di antichi canti di giullari sulle guerre fra gli Arabi e i Cristiani delle Gallie; una prova che ve n'erano in un'epoca assai lontana, e che codeste guerre aveano alcun che di favorevole alle inspirazioni della poesia. « È questo il primo romanzo di cavalleria, qualunque siane l'autore, dice Villemain; la memoria di Carlomagno lo creò; e i suoi dodici pari inspirarono altri lunghi poemi (5). » Così pensa anche

(1) *Ibidem*, p. 744-45.
(2) *De la littér. du Midi de l'Europe*, T. I, p. 294.
(3) *Ibidem*, ai luoghi relativi.
(4) *Ibidem*, T. II, p. 310.
(5) *Cours de littérature française*, T. I, p. 224.

Sismondi (1): così pure prima di loro pensava Ginguéné (2); il quale nella parte mitologica di essa cronica trova una sensibile analogia colle finzioni arabe.

Da quanto abbiamo osservato si può chiaramente inferire, che i poemi di Carlomagno erano bensì composizioni di trovatori o leggendarj di qua dal mille, ma ad un tempo svariati tessuti poetici, nei quali insieme colle idee cavalleresche di chi li scrisse apparivano i frammenti di altre età, in cui la cavalleria non era giunta per anco a qualità perfetta: erano un accumulamento di pensieri e finzioni di posteriori poeti, misti a immaginazioni e memorie di tempi anteriori: il che basta a dimostrare in essi una priorità di tempo e per una vera storia a cui alludono, cioè quella sì famosa dei Carlovingi e dei Saraceni di Spagna, e per la primitiva inspirazione, e per la esistenza quindi provata di antiche canzoni o epopee appresso perdute, e per l'immediato passaggio ai raccoglitori o rappezzatori di esse; i quali perciò appunto rimasero poi soli nella conseguente dimenticanza di quelle, e pajon primi in quel ciclo a chi li guardi con occhio superficiale, ultimi a chi li osservi per minuto.

Ora, nei poemi del ciclo di Artù, che Sismondi vorrebbe fare anteriori, troviamo evidentemente il contrario. Come già dissi, codeste epopee, dove si volle celebrare un antico re o capitano brettone del secolo VI che difese o si crede che difendesse contro i Sassoni l'indipendenza dei Cambri o Siluri e poi morì assassinato da un suo nipote, e un Merlino o Mirling, il quale, se pur cantò o profetò, di tutt'altro si dette pensiero che della Tavola Rotonda e dei paladini o cavalieri di essa, non hanno alcun fondamento istorico. « La fama di Arturo, dice Lingard, ha oscurata quella degli altri capitani brettoni, i quali segnalarono il loro valore contro i Sassoni; ma se noi spogliamo il suo nome di quella gloria favolosa onde lo circondò l'immaginazione dei bardi e dei menestrelli, egli cadrà nell'oscurità de' suoi compagni. Noi non sappiamo, nè in qual tempo vivesse, nè in qual luogo regnasse (3) ». « Nasce il dubbio, s'egli abbia veramente esistito, dice Hume(4). » Le quali informazioni dei due più autorevoli storici dell'Inghilterra sarebbero sufficienti a persuaderci, che i romanzi, i quali si denominarono da codesto o re o capo dei Brettoni, sono fole di posteriori poeti.

Ma io inoltre domanderò: e puossi egli creder tampoco, che i poemi, di cui parliamo, venissero tratti da memorie che ne avesse lasciate qualche bardo, qualche scaldo, o contemporaneo o vicino all'epoca di quel vero o supposto Arturo? Che i Britanni abbiano avuti i loro bardi, i loro scaldi gli Anglo-Sassoni, non può rivocarsi in forse: come si raccoglie da Mallet, da Warton, da Gråberg de Hemsö, e da Ginguéné (5), ne ebbero in copia tutte le primitive nazioni del norte: qual maraviglia, che il vero o immaginario vincitore dei feroci invasori dell'antica Brettagna avesse anch'egli i suoi? Ma non perciò ne viene che i compositori dei poemi della *Tavola Rotonda* fossero inspirati da quelli. Essi bevettero a ben altra fonte.

Di che cosa infatti vi si canta? Quali ne sono le imprese, quali le avventure, quali i fatti quivi entro celebrati? Vortimero, il re Arturo, le sue guerre contro i Sassoni vi

(1) *Histoire des Français*, ch. XV, troisième partie.
(2) *Histoire littéraire d'Italie*, 2.e partie, ch. III.
(3) *Histoire d' Angleterre*, par John Lingard, trad. par Léon de Wailly, ch. deuxième.
(4) *Storia d'Inghilterra*, capitolo primo.
(5) *Histoire littéraire d'Italie*, deuxième partie, ch. III.

si ricordano per siffatta guisa che, non tanto che ne siano la lor vera istoria, il principale soggetto, com'esser dovrebbe, essi ne sono un'insegna e niente più. Le materie di questi canti, la cui origine si trova nel romanzo dei Brettoni o Bruto di Brettagna (1) di Maestro Gasse, il quale nel testo medesimo porta la data del 1155, sono i dodici pari della *Tavola Ritonda*, Tristano, Lancillotto del Lago, Perecevalle, Titurello e gli altri eroi, i quali hanno tutti a parte a parte la loro storia: la quale Tavola Rotonda e i paladini suoi sonvi instituiti da Merlino, il profeta della cavalleria, e santificati dai prodigi e dalle profezie del famoso mago. E questa, come si impara da Fauriel (2) e da Sismondi, è la prima parte del ciclo: per ciò che concerne la seconda, vi troviamo la Santa Coppa, ricordata di sopra, la *Saint-Graal*, che si suppose conquistata in Palestina e recata in Inghilterra da quei cavalieri, segnatamente da Lancillotto e da Perecevalle; una miracolosa reliquia, a cui codesti eroi si votano, se ne inspirano nelle loro imprese, e la riveriscono e temono in ogni accidente e in sino fra i trasporti e l'ebbrezza dei loro amori. O che si risguardi a quel Lancillotto che tanto fa per la regina Ginevra, o a Tristano innamorato gran tempo della bella Isotta, scopo principale d'ogni sua impresa, d'ogni suo affetto e pensiero, o a Titurello o a Perecevalle, famosi anch'essi per valor d'armi e per lealissimo amore, o a Goffredo e Brunissenda, o a quale altro si canti e decanti in siffatti poemi, già non vi si scorge alcuno dei duri e feroci guerrieri che combattevano nel secolo VI in Brettagna, per anco rozza e barbara, nè tampoco alcuno dei campioni di quei bardi o scaldi, inspirati dall'atroce Odino, gente fra cui, come il medesimo Sismondi confessa, non potea nascere la cavalleria (3); bensì vi si scorgono a occhi veggenti quei cavalieri del medio evo, coi loro ordini rispettivi; l'istituzione dei quali, com'io dimostrai nella Memoria settima, si dee riconoscere dagli Arabi, onde ne appresero e lo spirito e la gentilezza gli Spagnoli, i Provenzali e gli altri popoli appresso; istituzione, la quale, come allora si provò, non risale in Europa oltre il mille e cento. Soprappiù, vi si scorgono, non solo i religiosi e militari, ma e i galanti cavalieri, con le loro giostre e coi tornei, cioè a dire, la cavalleria errante, l'ultima a comparire in iscena nel periodo storico della sua gloria e durata. « La corte del re Artù era tutta piena di re, di conti, di baroni e di cavalieri erranti, dice la Tavola Rotonda (4). » Chiunque abbia scorse quelle voluminose epopee, chiunque ne abbia letti degli estratti o dei saggi negli scritti di Sismondi, di Fauriel e dei mentovati Editori della *Storia letteraria di Francia* o nelle dotte discussioni di Gervinus e di Holland, e d'altra parte appieno conosca le vere origini e i progressi della cavalleria, non può pensare altrimenti (5).

E non si dee dire lo stesso della Santa Coppa o *Saint-Graal*, come la chiamano i trovatori? Quale scaldo, qual bardo poteva interessarvisi o immaginarla? Che ha che fare una reliquia dell'ultima cena di Cristo, conquistata in Palestina, col pagano Arturo e coi

(1) *Brutis Brenhined*, in lingua armorica, che fu poi tradotto in latino da Goffredo di Monmouth, il quale vi aggiunse le profezie di Merlino, come abbiamo da Ginguéné. *Ib.* Section deuxième, ch. III. V. anche Sismondi: *De la littérature du Midi de l'Europe*, T. I, p. 277.

(2) *Ibidem*, T. II, p. 318.

(3) *Ibidem*, T. I, p. 272, e *Hist. des Français*, partie troisième, ch. X.

(4) Citata dal Redi nelle Annotazioni al *Bacco in Toscana*.

(5) Potrebbero pure consultarsi a quest'uopo la Prefazione di Luigi Alamanni al *Girone Cortese*, e le Dissertazioni quinta e settima del dottore Giulio Ferrario nell'opera: *Storia ed Analisi degli antichi romanzi di cavalleria*.

pagani e anche cristiani poeti che in appresso il celebrarono? Essa non potea venire in mente se non dopochè i pensieri della cristianità, promossi, educati e rinvigoriti dai papi e dal clero, si rivolsero a Gerusalemme, la culla del cristianesimo, dov'erano e il Santo Sepolcro e le reliquie del Redentore, in somma nel secolo XII e ne' seguenti, quando fra gli elementi della poesia entrarono le Crociate e tutto ciò che vi aveva relazione. Certo, nè bardi brettoni, nè poeti anteriori alle Crociate o inglesi o normanni, poteano occuparsene. La favola della Santa Coppa, portata da Gerusalemme, a cui allude il ciclo della Tavola Rotonda, non somiglia forse quella delle reliquie, che nel ricordato Romanzo di Ulivieri e Fierabraccia sono recate in Roma da Carlomagno e quivi rapite dal musulmano Balante? E se gli avventurieri normanni, dopo la loro conversione al cristianesimo, furono superstiziosi e pellegrini anch'essi, quando divennero religiosi cavalieri, se non dopo le francesi, britanniche e siciliane conquiste? E chi dei loro potea cantarne le eroiche e pietose geste, se non qualche tempo appresso, cioè dopo il secolo duodecimo, dopo gli epici provenzali? A quale altra fonte poteano ricorrere fuorchè a questa, essi che nelle prische memorie loro non trovavano nè siffatti cavalieri, nè conquisti di reliquie in Terra Santa (1)?

Conveniamo, che il ciclo di Arturo prese forma da quello di Carlomagno, e non questo da quello: conveniamo, secondo pur dissi di sopra, che le epopee della Tavola Rotonda furono scritte posteriormente alle altre da chi, volendo trattare di eroiche e strane imprese e trovando esaurito il tema dei paladini del gran Carlo, andò a cercarne un altro in più lontane età e lo vestì dei colori e delle fantasie del suo secolo, che era l'apogeo della cavalleria. Il re Artù è così storico in codesti romanzi come lo è nel poema di Alessandro l'eroe macedone, che vi diventa il più grande, il più nobile dei cavalieri. Considerato in fatti, che, dove nel ciclo di Carlomagno si trova un'origine storica, la gloriosa guerra dei re Franchi coi Saracini di Spagna e la battaglia di Poitiers che ne salvò la Francia e l'Europa, per lo contrario nel ciclo di Artù nulla di storico si trova fuorchè un nome, un paese, un'insegna; considerato che nel primo di que' cicli vi appare manifesta una cavalleria originaria, mentre nel secondo non può esservi che traspiantata dal luogo in cui veramente nacque; considerato che le conquiste delle grandi reliquie non poteano essere immaginate fuorchè da chi occupavasene da gran tempo, cioè nel ciclo di Carlomagno, ragion vuole che l'anteriore sia questo e non l'altro.

Tutto in fatti lo dimostra, tutto collima a renderne chiara come il sole la dimostrazione. Se nei poemi di questo ciclo troviamo, anzichè un autore, un raccoglitore di canti popolari anteriori che risalgono altresì a lontane età, il quale non ne fa tampoco un mistero, secondo si raccoglie da Raynouard (2), da Fauriel (3) e dai sopraddetti Editori (4), nella Tavola Rotonda ci si offre un poeta che pretende di esserne l'originale compositore, nè tralascia alcun mezzo per farlo credere. Un sogno miracoloso, l'apparizione d'un santo, sono bene spesso la sua musa; e l'eroe, qual ch'egli ci appaja, ne è d'un sol getto, o che Tristano sia, o Lancillotto, o altro paladino. Vi scorgiamo un romanziere, il quale ci appare il primo che ne scriva, non l'ultimo che raccolga in un sol corpo le

(1) *V.* anche Ginguené, *Histoire littéraire d'Italie*, partie deuxième, ch. III.

(2) *Nouveau Choix des poésies originales des Troubadours*, p. 175 et 314.

(3) *V. Histoire de la poésie prov.*, chapitres XXV e XXVII

(4) *Hist. littéraire de la France*, T. XXII.

sparse membra; e i suoi personaggi non ricordano già diversi gradi di civiltà e di cavalleria, ma un'età sola, quella in cui vedeasi oramai un compito cavaliere, una dama gentile, dico di quella gentilezza del medio evo. Ginevra, Isotta son degne del cavalleresco amore dei loro valorosi amanti. Come pur si raccoglie da essi Editori e da esso Fauriel (1), i romanzi del ciclo di Carlomagno, sia perchè non erano molto lunghi, sia perchè componeansi di sparsi brani e con differente ordine di versi e di rime, parean fatti per essere cantati al popolo, conforme anche erasi praticato insino allora; nè quei romanzieri si faceano alcuno scrupolo di dirlo essi medesimi nei proprj componimenti (2). Cantavansi dai giullari e coll'accompagnamento del violino a tre corde, non altrimenti che già fecero i poeti arabi o *raouis*. Ma i poeti di Artù lo faceano forse? E poteano essi farlo? «Nel testo di quei poemi, dice Fauriel (3), niente indica, e neppure nella più vaga e indiretta maniera, che fossero scritti a tal fine. Èrano romanzi, racconti di enorme lunghezza e d'una dimensione siffatta che certo non poteano circolare fra il popolo per via di canti e suoni. Tutto, egli soggiunge, ci costringe a credere, che fossero composti per esser letti, destinati quindi per le alte classi della società, le sole che avesser lettori in un tempo che il popolo altra poesia non aveva fuor di quella cantata dai giullari per le strade e sulle piazze pubbliche.» In versi e rime irregolari, anzi per l'ordinario in monoritmi, ora consonanti, ora assonanti, alla maniera degli Arabi, erano scritti i poemi di Carlomagno, indicandone anche con ciò l'antica derivazione; in uno stile lirico, quale convenivasi alle cobbole, come, per esempio, nel gran poema del Graal; o in versi alessandrini o leonini, i versi eroici della vecchia Francia e *de arte mayor* della Spagna, come nel poema di Alessandro; ovvero in prosa, come nei romanzi di Lancillotto, di Tristano e del *Graal*, si leggono i poemi d'Artù; i quali in conseguenza dimostrano per loro medesimi una data posteriore, quando l'arte avea già fatto un progresso, quando il linguaggio prosaico, più tranquillo e posato, già sustituivasi alla fervida e brillante poesia. Tali sono i molti brani ch'io ne lessi; tali li troviamo in Sismondi (4) e negli altri già citati autori; tali nella dottissima *Discussione letteraria* di Holland sul Percevalle di Cristiano di Troyes (5). Coll'attenzione, di cui rimangono traccie in Napoli ed in Venezia, ascoltava il popolo i primi; leggevansi o udivansi con più raccolto interesse i secondi nelle lunghe e nojose notti dei castelli feudali, dove un simile romanzo era un riposto tesoro, pagato a ben caro prezzo in quella età di ancora scarse e povere lettere. Non le libere e schiette amanti di Ulivieri e di Ajolfo trattenevano le castellane e le principesse, bensì la gentile Isotta, la tenera Ginevra, i cui amori con Lancillotto suscitarono quelli dei due cognati nella corte del geloso Malatesta. L'artificio che o nullo o scarso appariva in quelli alternati con allegri suoni, singolare, studiato, talor anche con affettazione di poeta e di novelliero si mostra in questi o che descrivessero in prosa la bellezza e le virtù di Lancillotto e di Tristano, o che cantassero in rima le strane avventure di Percevalle e del travisato Alessandro.

Posteriori erano pertanto i poemi del supposto Arturo, siccome quelli che, scritti in più civile età, con più grave e artificioso componimento, con la pretensione di elegante poesia o di storica prosa, rivelano un'epoca progressiva; l'epoca, non già dei cavallere-

(1) *Histoire littéraire de la France*, l. c.
(2) V. anche Raynouard, *ibidem*.
(3) *Ibidem*, T. II, p. 352.
(4) *Littérature du Midi de l'Europe*, ch. VII.
(5) Pubblicata a Tubinga nel 1854. V. la p. 136 e le seguenti.

schi e poetici primordj, sibbene di scrittori che quindi prendean le mosse a progredire nell'arte. Ma appunto e per questa e per le altre sopraddette ragioni la Tavola Rotonda ricevette dal cielo di Carlomagno la inspirazione. Venne dopo di esso, ebbe da esso il primo impulso, il tema cui dette poi una miglior forma. Nè io so veramente, come potesse pensare l'opposto il Sismondi, nè come affermar potesse che nei romanzi di Artù non sono ricordati nè Arabi nè Provenzali. Conforme si legge nella *Storia letteraria di Francia* (1), ricordata più volte, e conforme io pure accennai di sopra, nel Lancillotto, frammisti ai nomi di Artù e di Ginevra appajono quelli del mezzodì della Francia; vi si trovano, anzichè del freddo settentrione, le traccie della fervida fantasia dell'arabo oriente e della Provenza: castelli e personaggi di Tolosa e del Limosino si trovano nel poema di Goffredo e Brunissenda (2): «le principali scene del più antico romanzo di Perceevalle, dice Fauriel (3), avvengono sui Pirenei e sono affatto straniere alla Gran Brettagna;» ed io pure me ne capacitai nei relativi e lunghi estratti che egli ne dà; ed anche il coscienzioso Holland lo afferma (4): e dalle memorie, cui attinsero i Provenzali, da quella cavalleria che gli Arabi propagarono in Europa i primi, prendon materia e figura i romanzi della Santa Coppa e le immaginate avventure del valoroso e galante Tristano. Da quale altra fonte proviene l'ordine cavalleresco, a cui questi aspira e che alfine consegue? Da quale altra il prode Saracino, ch'egli vince in un torneo? La tradizione istessa del *Saint-Graal*, che è parola provenzale, ed uno degli elementi di codesti romanzi, secondo che opina il prelodato Holland (5), ebbe l'origine e la formazione nel mezzodì della Francia e nella Spagna.

In conclusione, i poemi cavallereschi, non che gli altri generi di poesia, e per la effettiva precedenza e per la susseguente inspirazione, provengono dai Provenzali e in origine dagli Arabi. E come poteva succedere altrimenti? Certo, gran cose fecero i Normanni nel medio evo. La soggiogata Neustria, che poi da loro nominossi, i lunghi e avventurosi pellegrinaggi, le stupende conquiste delle Due Sicilie e dell'Inghilterra, e la eroica schiatta dei Ruggeri e dei Tancredi tennero allora il mondo in ammirazione del loro nome e ne eternarono la chiara memoria. Ma un assai maggior luogo presero nella immaginazione degli Europei quei formidabili e pure civili Arabi; i quali, dopo avere sottomessa sì gran parte dell'Asia e dell'Affrica e ad ultimo la Spagna e la Sicilia, minacciarono il rimanente dell'Europa, e forse l'avrebbero tutta invasa, se non era che lo impedirono le loro interne discordie e la gran battaglia di Poitiers, in cui Carlo Martello fece ciò che i romanzieri attribuirono al di lui famoso ed augusto nipote; quegli Arabi che insieme con una religione guerriera portavano nei dominati paesi le scienze, le arti, le lettere, in somma una nuova civiltà che compensava la decadenza di quella antica dell'Occidente (6); quegli Arabi tanto temuti e ad un tempo tanto ammirati e imitati, e che era pur forza il combattere e il vincere per salvare la propria indipendenza e la fede cristiana dagli estremi pericoli. Al paragone di un tal cumulo di cose, atto ad eccitare e a scuotere tutte le passioni, tutte le fantasie, quali altri fatti, quali altre memorie potean mai reggere? Nè tampoco il poteano quelle dei magnanimi Normanni, molto meno inciviliti e potenti, e

(1) T. XXII, p. 212 et suivantes.
(2) *Hist. littér. de la France*, ibidem, p. 234.
(3) *V. Hist. de la poésie provençale*, ch. XXXV et XL, e p. 362 T. II.
(4) *Chrestien von Troies*, p. 205-6.
(5) V. Holland, Ibidem, p. 208.
(6) V. quanto ne dice e dimostra lo stesso Sismondi nella *Hist. des Français*, troisième partie, ch. X.me

molto meno infesti, perchè alla fine cristiani anch'essi, anzi difensori e campioni del cristianesimo.

Il regno di Carlomagno era tenuto per l'epoca più brillante della cavalleria, dice nella *Storia dei Francesi* il Sismondi (1). E, come già dimostrai, codesta cavalleria che non potea nascere fra gli antichi popoli del norte, valorosi e leali, ma duri e ruvidi, sino dai prischi secoli ebbe l'origine fra gli Arabi, i quali la recarono in Ispagna, onde poi fu propagata in Europa, e insieme con essa la cavalleresca poesia: nè i Normanni, che per antico arditi navigatori erano e guerrieri famosi e armati pellegrini, divennero inoltre religiosi e galanti cavalieri, fuorchè al tempo della loro dominazione nell'Occidente europeo, cioè nel secolo XII o in quel torno; e, com'era ben naturale, assai più tardi ebbero poeti cavallereschi. Chè, se anche dapprima cantarono i bardi e gli scaldi i britanni, scandinavi e germani eroi e i loro amori, troppo arida era quella poesia, dice Gervinus; e, come pure afferma il Sismondi, vi mancava quel carattere di delicatezza, quel grado di eleganza, che fu affatto proprio dei Provenzali, inspirati dagli Arabi. Scorransi i romanzi dell'un ciclo e dell'altro, o che v'abbiano mano i *troubadours* o i *trouvères;* vi si scorge sempre l'influenza di quello spirito cavalleresco, di quell'amore spirituale e fantastico, di quelle ardenti passioni, di quella fantasia splendida e copiosa, onde è piena l'araba poesia, e che ci vennero di Spagna e di Provenza.

Rimane a vedersi, come codesta influenza araba e provenzale si manifestasse pur anco nei primordj della letteratura inglese, tedesca ed italiana: il che formerà l'oggetto di altre Memorie.

(1) Ch. XV, troisième partie.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

CONTIENE:

Belli. — Pensieri sulla consistenza e sulla densità della crosta solida terrestre. Parte III, articolo III (*Continuazione e fine*).

Codazza. — Sopra alcuni punti relativi all'influenza delle diverse fasi di distribuzione del vapore sull'effetto utile delle ordinarie macchine motrici, e sopratutto delle locomotive . . . . . Pag. 79

Zambelli. — Se gli Arabi del medio evo abbiano avuta qualche influenza sui primordj della moderna letteratura, segnatamente sui poemi cavallereschi . . . . . » 97

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOL. VII — FASC. III.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1858

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli Associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società Tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali.

DI UN NUOVO CROSTACEO DELLA FAMIGLIA DEI BRANCHIOPODI FILLOPODI

RISCONTRATO NELLA PROVINCIA DI PAVIA,

E CONSIDERAZIONI SOVRA I GENERI AFFINI

MEMORIA

DI GIUSEPPE BALSAMO-CRIVELLI

Letta nell'adunanza del 23 luglio 1857.

La Fauna della Lombardia, ossia lo studio de' suoi animali, si può asserire che fece molti progressi, e ne sono prova i numerosi cataloghi già pubblicati. I rami più illustrati sono specialmente quelli che risguardano gli animali vertebrati. Dell'entomologia si occuparono molti nostri naturalisti; e specialmente dei Coleotteri, degli Emitteri e dei Lepidotteri diurni ne venne fatto conoscere un rilevante numero. Trovansi però, come mi è noto, speciali raccolte di ordini degli insetti non ancora illustrati, e sarebbe desiderabile che alcuni de'nostri entomologi ad essi rivolgessero i loro studj. La malacologia, ossia lo studio dei molluschi, fu assunto da molti distinti cultori, e ben poca messe rimane. Gli Anellidi vennero in parte illustrati, e specialmente le Irudinee, dal chiarissimo professore De-Filippi, la cui Monografia trovasi onorevolmente citata da classici scrittori su tale argomento.

Ma lo studio dei Crostacei e quello degli altri Anellidi non fu ancora, per quanto io sappia, tra noi coltivato: eppure le abbondanti nostre acque correnti e stagnanti, e specialmente le nostre risaje, possono offrire al naturalista investigatore copiosa messe. Le mie occupazioni non mi permettono di attendervi con quel fervore ch'io desidererei; ma il fortunato incontro d'un raro crostaceo mi determinò alla presente pubblicazione, onde, chi più di me fornito di mezzi e tempo, si accinga di proposito a studiare questi esseri.

I moderni zoologi, nella classe dei Crostacei diedero il nome di Branchiopodi a quelli che spettano alla divisione de' Masticatori, e che sono forniti di zampe toraciche lamellose, e a questa sezione vengono riferiti due ordini, l'uno detto dei Fillopodi, l'altro dei Cladoceri o Dafnoidi. I Fillopodi comprendono animali per lo più piccoli e molli, e la difficoltà della loro conservazione, e la nessuna appariscenza che offrono, sono forse la causa per cui pochi si dedicarono al loro studio. Questi animali si fanno riconoscere per avere otto o più paja di piedi lamellosi branchiali, accompagnati talora da veri piedi posti innanzi ai precedenti, e che, in genere, vengono denominati *piedi natatorj*. Due sono le famiglie che si possono annoverare tra i Fillopodi: l'una detta dei *Branchipi*, l'altra degli *Aspidiforî*. Alla prima famiglia appartengono tutti i Crostacei caratterizzati per aver il corpo nudo, undici paja di zampe branchiali, due occhi sostenuti da un pedun-

colo, ed un occhio frontale sessile; ed i generi europei, che vi si riferiscono, sono il *Branchipus* e l'*Artemia*. Del primo genere le specie più comuni sono il *Branchipus Stagnolis*, ed il *Branchipus chirocephalus* Prevost, del quale alcuni esemplari osservai in pozze dei contorni del paese di Baggio. Sino ad ora, per quanto io sappia, non fu ancora trovata l'*Artemia salina* che, dietro gli accurati studj del professore Joly, è noto esser quella alla quale si attribuì il coloramento in rosso di alcune paludi salse di molti luoghi della costa meridionale della Francia; e finalmente vi si annovera il genere *Eulimene*, che racchiude due sole specie ritrovate a Nizza.

La famiglia degli Aspidifori si potrebbe, a parer mio, suddividere in due sottofamiglie, delle quali la prima comprenderebbe gli *Apusidi*, che hanno il corpo al di sopra ricoperto da una corazza; l'altro si potrebbe denominare delle *Limnadiee*, che offrono il corpo racchiuso in un guscio che simula l'aspetto d'una vera conchiglia. Tre generi vengono annoverati dall'Edwards tra gli *Aspidifori*, ch'egli denomina degli *Apusidi*; e sono: il genere *Nebalia*, che comprende solo specie marine, il genere *Apus*, ed il genere *Limnadia*, che comprendono specie fluviatili. Due sono le specie che vengono descritte come europee tra gli *Apus:* l'una l'*Apus cancriformis*, l'altro l'*Apus productus*. La prima specie abita singolarmente le acque dolci in molte parti d'Europa, e tra noi la riscontrai dapprima in alcune pozze degli scopeti di Gallarate, ed offriva un colore cenerino cupo; ed una varietà a scudo screziato osservai in alcune risaje dei contorni di Pavia presso S. Leonardo a Valle Salimbeni, ed in quelle di Torre d'Arese; e fui assicurato trovarsi anche nelle risaje della Lomellina; ed il chiarissimo signor professore Giuseppe Genè ne diede già una descrizione, e ne annoverò in parte i costumi. L'*Apus productus*, che trovasi dalle acque dolci della Francia sino alla Svezia, non mi fu fatto ancora di rinvenire. Nello studiare i Crostacei era mio desiderio di conoscere ed osservare la *Limnadia Hermanni* descritta dal Brongniart, e l'*Isaura cyeladoides* ampiamente illustrata dal signor Joly; ma fino al trenta maggio prossimo passato non era riuscito ad osservarne in natura. In quel giorno, dalle località sovra indicate, specialmente di Valle Salimbeni, mi furono recati molti *Apus cancriformis* con altri crostacei, che i contadini chiamano, con egual nome dell'*Apus cancriformis*, *Copette*, che mi richiamarono alla mente quanto io sapeva della *Limnadia Hermanni*, in modo ch'io riteneva d'aver riscontrato questo animale. Ma essendomi posto a studiarlo, confrontandone i suoi caratteri con quelli accennati nelle Memorie del signor Brongniart, ben mi avvidi, che sebbene i miei esemplari avessero alcune analogie colla *Limnadia Hermanni*, pure ne differivano per caratteri di tal valore, da poter stabilire a prima giunta un nuovo genere. Faceva adunque d'uopo d'istituire uno studio più accurato dell'animale, ed occorreva pure rappresentare alcune delle sue parti per poterne fare confronti, nel che mi feci coadjuvare dal signor assistente dottor Paolo Panceri, il quale, osservatore diligente e coscienzioso, poteva darmi ajuto nella conferma delle mie osservazioni.

Prima di esporre le particolarità di questo crostaceo, onde meglio poterne rilevare le differenze da' suoi più affini, credo opportuno premettere la storia di quanto fu scritto sulla *Limnadia Hermanni* e sovra altre specie e generi vicini, e così poter determinarne la sistematica collocazione. Il sig. Hermann Giovanni Federico, figlio del laborioso naturalista di Strasburgo, Hermann Giovanni, aveva fatto uno studio sugli animali Apteri, e scritta una Memoria apterologica, che fu pubblicata, dopo la sua morte, nel 1793. Que-

st'opera non ho potuto consultare, non trovandosi nella nostra biblioteca, ma da quanto viene asserito da Brongniart, il signor Hermann diede una corta descrizione d'un animale con una figura, che riferiva al genere *Daphnia*, e che denominò *Daphnia gigas*. Il signor Adolfo Brongniart avendo riscontrato poi l'animale descritto dall'Hermann nelle paludi della foresta di Fontainebleau presso Bellecroix e Franchard nel giugno del 1820, nelle Memorie del *Muséum d'histoire naturelle*, tomo VI, ne pubblicò una sulla *Limnadia*, nuovo genere di Crostacei, giacchè quest'animale era rimasto nell'obblio dopo la pubblicazione dell'Hermann, e non trovavasi indicato da altri autori. La descrizione data dal Brongniart venne riprodotta dappoi nel *Regno Animale* di Cuvier, per parte di Latreille, nel 1829. Nel 1830 il signor Krynicki, nel *Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou*, pubblicò una Memoria sulle Limnadie. L'autore, dopo aver dichiarato che fino a quest'epoca solo si conosceva una Limnadia di alcune piccole paludi di Fontainebleau, asserisce ch'egli l'aveva riscontrata a Charkow nella Russia, e che, da notizie avute, era pure stata ritrovata presso Mosca dal Fischer, ed in Mosca stessa da Lecointe de Laveaux, in alcuni stagni del giardino del signor Weyer. Ma avendo il signor Krynicki riconosciuto che la specie da lui riscontrata differiva da quella descritta dall'Hermann e dal Brongniart, ritenne poterne stabilire una nuova specie, che denominò *Limnadia tetracera*, e ne diede anche la figura; ma nello stesso tempo dichiarò che differiva dalla *Limnadia Hermanni*, in modo da poter far tipo d'un genere particolare. Il signor Guérin-Méneville nel 1837, nel *Magasin de Zoologie* (Clas. VII, Pl. 21, fol. 11) pubblicò una nota monografica sul genere Limnadia, nella quale descrive, oltre le specie annoverate dal Brongniart e dal Krynicki, una specie esotica proveniente dall'isola Maurizio, osservata dal signor Desjardins, che denominò *Limnadia Mauritiana*; e Audouin nel *Bulletin de la Société Entomologique*, pure nel 1837, pubblicò un nuovo genere di Crostacei, cui diede il nome di *Cyzicus*, nel quale comprende la *Limnadia tetracera* del Krynicki, ed un'altra specie riscontrata presso Orano da Bravais, che denominò *Cyzicus Bravaisii*. Edwards però, in appresso, fece osservare che il genere *Cyzicus* sembra identico col genere *Estheria* di Strauss Durkeim, che lo stabilì sovra una nuova specie trovata nella Nubia dal chiarissimo Ruppel. Secondo Strauss, differisce l'*Estheria* dalla *Limnadia* per l'assenza di un piccolo corpo piriforme che la *Limnadia* porta sulla fronte, e per avere un piccolo rigonfiamento sul margine dorsale delle valve del guscio; e descrisse la specie riscontrata dal Ruppel col nome di *Estheria dehalacensis*.

Il signor Milne Edwards, nel tomo terzo, p. 361, nella sua *Storia naturale dei Crostacei* pubblicata nell'anno 1840, diede la descrizione del genere *Limnadia*; ma non corrisponde più a quella data dal Brongniart e dal Latreille, e venne modificata per potervi comprendere le specie osservate dal Krynicki e dal Desjardins. Nell'anno 1842 il signor Joly pubblicò, negli *Annales des sciences naturelles*, II serie, vol. 17.°, una Memoria intitolata *Recherches zoologiques, anatomiques et physiologiques sur l'*Isaura cycladoides, *nouveau genre des Crustacées à tête bivalve, découvert aux environs de Toulouse*. L'autore in questa prima Memoria dà la storia completa di quest'animale da lui riscontrato nel giugno del 1841, ed in seguito nello stesso giornale pubblicò una nota sui generi *Limnadia*, *Estheria*, *Cyzicus* ed *Isaura*, e dimostra quali tra questi generi devonsi ritenere, e quali tra loro riunire.

Per quanto mi è noto, nessuno, dopo il signor Joly, si occupò particolarmente delle *Limnadie* nè di altri generi affini; e siccome l'autore porge un'estesa descrizione del

genere da lui illustrato, e le differenze che si rimarcano tra questo e gli affini; così ritengo che questo lavoro possa servire di guida nello studio delle *Limnadie*, di cui fa duopo investigare ed assoggettare a confronto le diverse specie, onde poter con facilità giungere alla loro ricognizione. Prima però di passare in rivista i diversi animali che riferir si possono al gruppo delle *Limnadie*, credo opportuno premettere la descrizione di quello da me riscontrato nelle risaje pavesi, al quale ho creduto dare il nome di *Isaura ticinensis*.

Isaura ticinensis. Il guscio a conchiglia, nel quale sta racchiuso l'animale (fig. I), è lungo presso a poco dodici millimetri, e largo sette. È di consistenza coriacea, ed offre marcate linee d'accrescimento, che principiano ai nateeii ed al lembo superiore, disposte in linee concentriche, come si osservano in molte vere conchiglie (fig. II). Questo guscio alla parte superiore decorre in linea retta, e si curva poi in ovale ristretto alla parte anteriore, più largo alla posteriore. Rassomiglia alla forma della *Cyclas lacustris*, ma è coriacea, inequilatera, e compressa. L'animale sta racchiuso nel guscio facendo sporgere anteriormente solo porzione della testa, e posteriormente e inferiormente la coda, ed è di forma allungata (fig. III). La testa è pure un po' obliquamente allungata, quasi triangolare, e rivolta all'ingiù. Offre due occhi neri molto approssimati, per cui a primo aspetto sembra un solo, ma che sono separati da una leggiera solcatura. Al di sopra degli occhi prende la testa una forma tondeggiante, a cui succede una specie d'incavatura che si osserva al di sopra dell'inserzione delle grandi antenne, e dietro il peduncolo di questo, osservato di fianco l'animale, si osservano le mandibule e le mascelle. Offre quattro antenne, o, per meglio dire, due esterne composte, e due interne semplici o palpi. Le antenne composte o esterne consistono in un peduncolo, che mostra la traccia non ben marcata di otto articoli. Da questo peduncolo hanno origine due filamenti articolati composti ciascuno di venti articoli ovali, che, a forte ingrandimento, offrono al margine superiore cinque piccoli denti ovali con peli corti e rigidi, ed al margine inferiore dei peli lunghissimi. Queste antenne in complesso sono più lunghe della metà del corpo. Le antenne interne, o per meglio dire i palpi, hanno l'aspetto d'una lamina allungata, un po' falciforme, che si assottiglia all'estremità, e che rigorosamente dir non si possono articolate, ma bensì denticulate, per offrire diciassette piccoli denti, ognuno dei quali porta al margine superiore dei cigli (fig. V). Questi palpi o antenne interne sono lunghe il doppio del peduncolo delle antenne esterne (fig. IV).

Il numero delle zampe in totalità è di ventotto paja nei maschi, di ventisei nelle femmine. Nei maschi le due paja anteriori (fig. VI, 1, 2) offrono una particolare struttura. Sono esse composte di tre articoli distinti. Il primo non mostra particolarità alcuna rimarchevole, tranne che al margine posteriore, verso la base, offre un ciuffo di cigli. Il secondo articolo, dapprima è allargato, e si restringe un poco inferiormente ove anch'esso è cigliato. Al di sopra e anteriormente al punto ove si ripiega, scorgesi un piccolo tubercolo con cigli, e prima di questo due appendici che si rivolgono posteriormente, e che consistono in due lamine cigliate. All'origine del terzo articolo, tra questo ed il secondo posteriormente, si osserva un'appendice cigliata che si rivolge all'inbasso. Il terzo articolo, anteriormente mostra una piccola appendice, come una intaccatura; più inferiormente un'appendice tondeggiante, più allungata, che al lato interno mostra una sporgenza ovale. Posteriormente questo terzo articolo termina con un'appendice conica,

a guisa d'artiglio, alla cui base (fig. VI, 2), da un piccolo tubercolo ha origine un'appendice clavata più lunga dell'artiglio. Rispetto poi alle vere zampe branchiali, la prima consta di quattro articoli cigliati al margine posteriore (fig. VII). Dal primo articolo anteriormente verso la base ha origine un'appendice filamentosa cigliata, che si dirige all'ingiù; da questa, in corrispondenza al secondo articolo, s'innalzano due appendici più sottili cigliate, che costituiscono come due appendici ricorrenti. Il terzo articolo non offre appendice alcuna, ma il quarto termina con due appendici, di cui l'anteriore è più corta e cigliata, la posteriore più lunga, liscia e clavata. Le zampe branchiali medie (fig. VIII) offrono un altro aspetto, quantunque foggiato, per così dire, sullo stesso modello, e constano anch'esse di quattro articolazioni. Al termine del primo articolo parte una appendice che discende lungo il secondo, e si stacca terminando inferiormente in una lamina allargata, cigliata ai margini, e manda due appendici ricorrenti, più lunghe delle appendici ricorrenti della prima zampa branchiale, e tutte cigliate. Il quarto articolo offre alla base, anteriormente come un dente, nel mezzo un'appendice clavata cigliata, e posteriormente un'altra appendice più esile clavata e liscia. Nel maschio tutte le zampe che seguono hanno un'eguale struttura, solo che, tanto in esso come nelle femmine, le posteriori diminuiscono in grandezza. Nelle femmine la decima ed undecima zampa branchiale (fig. IX) offrono una particolare struttura. Anch'esse hanno quattro articoli, ma il terzo articolo si dilata, ed offre due appendici ricorrenti, l'una filamentosa liscia, l'altra tondeggiante e conica, sostenuta come da un peduncolo; inferiormente la dilatazione di questo terzo articolo termina con una lamina discendente, dilatata e cigliata, meno lunga dell'antecedente. Il quarto articolo offre alla sua estremità un'intaccatura, e tre appendici; l'una filamentosa, liscia, uniforme nella sua lunghezza; l'altra un po' più lunga ed allargata, cigliata; una terza più corta, e cigliata anch'essa.

Il corpo dell'*Isaura ticinensis* consta di trenta segmenti, gli ultimi assai ristretti e difficilmente discernibili, ed i due posteriori privi di zampe nei maschi. Gli ultimi undici annelli (fig. X, *che rappresenta gli ultimi tre*) portano, alla loro parte superiore, un piccolo tubercolo fornito di peli, ed al grande anello caudale scorgesi un tubercolo con due peli allungati, esilissimi. Il margine superiore dell'anello caudale, ossia le due sue lamine, sono leggermente, ad un discreto ingrandimento, egualmente denticulate sino quasi all'apice, e gli uncini inferiori della coda allungati, conici, falcati, e cigliati al margine superiore.

Venendo ora alla collocazione sistematica dell'animale descritto, fa duopo far precedere alcune considerazioni che si riferiscono alla tassonomia delle *Limnadie*.

La sezione della famiglia degli Apusidi o Aspidofori, col corpo racchiuso in un guscio a conchiglia, che comprendeva il solo genere *Limnadia* Brong., dietro le pubblicazioni del sig. Joly, comprende, come abbiamo già accennato, un altro genere ch'egli chiamò *Isaura*, al quale riferisce il genere *Estheria* di Strauss, ed il genere *Cyzicus* di Audouin. Se però si consulti l'opera del chiarissimo Edwards sovra i crostacei, e si esaminino la descrizione ed i caratteri generici che espone del genere *Limnadia*, e si confrontino con quelli esposti da Brongniart, si vede ch'egli in parte ha dovuto modificarli per inserirvi due altre specie, oltre quelle originariamente ammesse dal Brongniart, vale a dire la *Limnadia*, detta da Krynicki *tetracera*, e l'altra da Guérin descritta sotto il nome di *Mauritiana*. Però nell'enumerazione dei caratteri proposti dall'Edwards si rileva, che realmente ne accenna

alcuni che non si riscontrano certamente nella *Limnadia tetracera* del sig. Krynicki, e quindi che i caratteri generici proposti dall'Edwards, quand' anche si volesse ritenere il genere solo *Limnadia*, come sembra opinione del suddetto distinto zoologo, fa duopo introdurre delle modificazioni nella frase, ritenere esservi tra il gruppo delle *Limnadie* alcune che meritano d' essere separate dal genere *Limnadia,* come lo aveva già sospettato Krynicki, e come venne eseguito da Joly, alla cui opinione io inclino. Quindi due generi devono essere ritenuti compresi in questa sottofamiglia delle *Limnadie*, vale a dire il genere *Limnadia,* Brong., ed il genere *Isaura* Joly, avvertendo però che le frasi, tanto generiche che specifiche, meritano di esser riformate, onde poter facilmente comprendervi e distinguere le specie conosciute. I caratteri ch'io crederei necessarj per distinguere il genere *Limnadia* dal genere *Isaura* sono i seguenti:

Gen. *Limnadia* Brong. Quattro antenne, delle quali le ramificazioni delle superiori offrono da nove a dodici articoli, le piccole antenne o palpi crenulate e clavate, meno lunghe del peduncolo delle antenne esterne, un piccolo tubercolo piriforme alla fronte; zampe in numero non maggiore di ventidue paja; conchiglia senza uncini, e solo fornita di quattro o cinque linee d'accrescimento.

A questo genere devonsi riferire due specie, cioè la *Limnadia Hermanni* Brong., e la *Limnadia Mauritiana* Guér., delle quali sin ad ora non vennero descritte che le femmine.

Dalla descrizione sovraesposta del crostaceo riscontrato nelle risaje pavesi ben si rileva che non può essere al genere *Limnadia* riportato. Esaminando attentamente quest'animale, si sarebbe quasi indotti a formare un genere nuovo, ma siccome offre molti caratteri essenziali pei quali si avvicina all'*Isaura tetracera* ed all'*Isaura cycladoides*, quindi penso che al genere *Isaura* debba riferirsi. Però occorre riformare i caratteri del genere *Isaura* Joly, giacchè la descrizione che dà di tal genere il suddetto autore, è stabilita sulle due specie sovraccennate, dalle quali la nostra differisce per marcati caratteri, che io opino soltanto doversi ritenere per specifici, ritenendo che la formazione di generi non abbastanza fondati sia più di danno che di vantaggio alla zoologia sistematica. Però a completare le relazioni della nostra *Isaura* con quelle già conosciute, dopo esposta la frase generica riformata, chiuderò questo mio lavoro coll'esporre le principali differenze tra l'*Isaura ticinensis* e l'*Isaura tetracera* e la *cycladoides,* e le frasi specifiche ch'io ho creduto adottare.

Gen. *Isaura Joly.* — Quattro antenne, delle quali le ramificazioni delle superiori offrono da sedici a venti articoli; piccole antenne o palpi più lunghi del peduncolo delle antenne esterne, crenulate, falciformi e non clavate; fronte senza tubercolo piriforme; zampe in numero maggiore di ventidue paja; due lunghi peli cigliati fissi sovra un tubercolo posto al principio della troncatura della coda; fra le due lamine componenti l'anello caudale; conchiglia cogli apici un po' incurvati, e con molte linee d'accrescimento.

Le specie che devonsi comprendere in questo genere sono: l'*Isaura tetracera* Kryn., l'*Isaura cycladoides* Jol., l'*Isaura dehalacensis* Straus, e la nostra *Isaura ticinensis.*

Esaminando l'opera del sig. Koch, intitolata *Deutschlands Crustaceen, Myriapoden,* ec. al fasc. 35, N. 10, trovasi figurato e descritto un crostaceo dall'autore riferito alla *Limnadia Hermanni,* ma però, tanto dalla descrizione che dalla figura, si può rilevare che devesi riferire al genere *Isaura*, e che probabilmente è l'*Isaura tetracera.* Non vi è però indicata la località ove fu riscontrato.

Ma ritornando al nostro crostaceo, egli è certo un'*Isaura*: e che non sia nè la *tetracera*, nè la *cycladoides*, nè la *dahalacensis*, si può desumere dalla diversità della forma delle zampe del maschio. Senza qui farne un minuto confronto, basterà il confrontare le figure qui annesse, con quelle del sig. Krynicki, del sig. Joly, e si scorgerà che, sebbene corrispondano nel tipo generale della loro organizzazione, pure sono diverse di aspetto, e così dicasi pure delle zampe branchiali. Ma un altro carattere più importante fa riconoscere la differenza del nostro crostaceo da quello della Russia, della Francia e della Nubia, e si è, che nelle femmine delle accennate specie al decimo, undecimo, duodecimo, tredicesimo e quattordicesimo paja di zampe branchiali offrono una delle appendici ricorrenti in forma d'un corpo bruno e cilindrico, mentre nella nostra *Isaura* le femmine offrono un'appendice ricorrente conica, lanceolata soltanto alla decima ed undecima zampa branchiale. Ma ammesso anche che il sovraccennato carattere possa essere variabile, e non di facile ricognizione, se ne riscontra un altro che a prima giunta fa risaltare la differenza che vi è tra la nostra *Isaura* e le altre. La nostra *Isaura* offre la coda colle sue lamine fornite di soli piccoli peli rigidi, che ad un forte ingrandimento sembrano dentellate, e non offre mai grandi spine, e non è liscia, come nelle altre specie, e molto meglio ancora, per rilevare le diversità, valgono le frasi specifiche ch'io ho creduto necessario lo stendere per giungere ad una facile ricognizione di questi singolari crostacei.

Isaura cycladoides Joly. Syn. *Cyzicus Bravaisii* Aud.

Conchiglia analoga a quella della *Cyclas ovalis* o *calyculata*, colla superficie marcata da numerose linee d'accrescimento; antenne esterne lunghe più della metà del corpo con tredici o diciassette articoli a ciascun ramo; zampe anteriori nel maschio, che portano alla base dell'artiglio un'appendice molle, conica, più corta dell'artiglio; segmento caudale colle appendici laminiformi, fornite d'una decina di spine liscie, molto spostate le une dalle altre.

Fu riscontrata in giugno a Tolosa, ad Arzow nei contorni d'Orano da Bravais (perciò descritta sotto il nome di *Cyzicus Bravaisii*), il quale certamente deve riferirsi all'*Isaura cycladoides*, come risulta dagli studj del sig. Joly.

Isaura tetracera Krynicki. —Conchiglia trasparente, più compressa che nell'antecedente, con numerose linee d'accrescimento; antenne esterne con sedici o diciotto articoli a ciascun ramo; zampe anteriori nel maschio che offrono alla base dell'artiglio un'appendice più lunga dello stesso; tegumento caudale con numerose spine (più di quaranta su ciascuna lamina), e molti peli cornei corti, per cui sembrano finamente dentate a sega.

Fu riscontrata a Charkow, ed anche a Mosca nella Russia. Come ho già accennato, inclino a ritenere che vi si debba anche riportare quella figurata dal Koch sotto il nome di *Limnadia Hermanni* (Koch, *Deutschlands Crustaceen, Myriapod. und Arachn.* Fasc. 35, n.° 10).

Isaura dahalacensis Jol. *Estheria dahalacensis* Strauss. Durk.

Conchiglia, analoga a quella del genere Arca, con quattordici linee d'accrescimento; antenne esterne con tredici o quattordici articoli a ciascun ramo; segmento caudale privo di peli e spine in tutta la sua lunghezza.

Fu ritrovata nella Nubia dal Ruppel.

Isaura Ticinensis Bals.

Conchiglia molto coriacea, e assai depressa; antenne esterne con venti articoli a ciascun ramo; zampe anteriori nel maschio, che offrono alla base dell'artiglio un'appendice più

lunga di esso; segmento caudale colle lamine solo fornite di piccoli peli, in modo da sembrare, ad un forte ingrandimento, come dentato, e all'estremità leggermente cigliato.

Si riscontrò alla fine del maggio e ai primi di giugno nelle risaje del Comune di S. Leonardo, particolarmente in quelle della Valle Salimbeni[1], da dove mi fu recato per la prima volta dal sig. Giovanni Ferrari.

(1) Nella stessa risaja di Valle Salimbeni, il 7 giugno p.° p.°, abbiamo ritrovato due anellidi interessanti, cioè l'*Helodrilus oculatus*, ed il *Criodrilus lacuum*. Quest'ultimo si riscontra certamente anche vicino a Milano, giacchè, nel 1849, in un fosso sulla strada di Lambrate ne riscontrai le capsule contenenti le ova, identiche a quelle figurate dall'Hofmeister.

Credo pure opportuno di dare qui l'elenco dei Miriapodi e dei Crostacei ch'io ho potuto fino ad ora raccogliere e studiare.

MIRIAPODI.

Glomeris limbata
marmorata
pustulata
rufoguttata
4-punctata
hexasticha
transalpina
Polydesmus complanatus
macilentus
Strongylsoma pallipes
Julus sabulosus
terrestris
punctatus Leach.
piceus Risso
unilineatus
varius
fœtidus
aterrimus Favre.

Quest'ultima specie per ora la ritengo l'*aterrimus* di Favre, ma merita d'essere studiata. Due esemplari, raccolti in Pavia, mi furono favoriti dal sig. Giuseppe Paganini, studente in medicina.

Scutigera lineata
Lithobius forcipatus
Geophilus simplex
Gabriclis
Cryptops Savignii.

——

CROSTACEI.

Astacus fluviatilis
tristis
Gammacus fluviatilis
pulex
puteanus
Asellus vulgaris
Philoscia muscorum
Zia agilis
Porcellio scaber
dubius
confluens
amœnus
ochraceus
affinis
urbicus
sylvestris
conspersus
trilineatus
nodulosus
maculatus
Armadillo trivialis
variegatus
distinctus
testudinatus
luctuosus
laminatus
tenebrosus
Brambillæ Bals. presso Bellano.

Quest'ultimo armadillo venne raccolto dal nobile sig. Giuseppe Brambilla, osservatore accurato, che si occupa specialmente dell'ornitologia e entomologia della provincia pavese. La frase descrittiva di tal specie è la seguente:

A. Brambillæ. Bals. Olivaceo fuscus, læviter granulatus, segmentorum margine late pollidiori, serie dorsali triplici macularum albidearum, media obsoleta, maculis lateralibus pectiniformibus. Cauda scuto apicali obtuso, oblongo.

Lungo circa tre linee, ed ha le antenne al 1.° e 2.° articolo bianche al nodo.

——

Apus cancriformis
Isaura ticinensis Bals.
Branchipus diaphanus Prév.

APPENDICE ALLA MEMORIA

SULLA SUCCESSIONE NORMALE

DEI DIVERSI MEMBRI DEL TERRENO TRIASICO

NELLA LOMBARDIA,

DI

GIULIO CURIONI.

Letta nell'adunanza del 21 gennajo 1858.

I geologi viennesi redattori del *Jahrbuch der k. k. geologische Reichsanstalt*, nel rendere esteso conto, nel fascicolo N. 40 del 1855 di quel giornale, della Memoria da me pubblicata nello stesso anno *Sulla successione normale dei diversi membri del terreno triasico nella Lombardia*, vi fecero alcune osservazioni che risguardano la classificazione da me fatta dei membri più elevati di detto terreno, le quali riporto qui succintamente.

« Il signor Curioni ha collocato gli schisti di Raibel colla *Trigonia Kefersteinii* e la *Trigonia Whateleyae* senz'altro tra gli schisti di San Cassiano. Questo collocamento, vi si dice, è molto verisimilmente vicino al vero; però rimane sempre da osservarsi che la maggior parte dei fossili, ed i più numerosi delle marne di Raibel diversificano dalle specie di San Cassiano. A Raibel stesso l'immediata base degli schisti colla *Trigonia Kefersteinii* è costituita da schisti neri, i quali contengono l'*Am. Aon*, l'*Halobia Lomelli*, molte piante, crostacei, pesci, ec. Sembra scaturire da ciò, che gli schisti di Raibel rappresentano almeno uno dei membri più elevati della formazione di San Cassiano, mentre i veri schisti di San Cassiano con *Am. Aon*, ec., dovrebbero essere messi in parallelo al *Keuper* del signor Curioni. » Vi si dice inoltre, « che la supposizione emessa da Curioni, che l'*Halobia Lomelli* esista associata colle *schemnizie* e *natiche* di Esino, dentro ed anche sopra la dolomia contenente il *Cardium Triquetrum* di Wulf., si spiegherebbe col credere che egli abbia qui, sviato dalla somiglianza della pietra, riunito in uno calcaree e dolomie che appartengono a due diverse epoche geologiche. La dolomia del suo schisto del lago d'Iseo è certamente un equivalente del nostro *Liassico Dachsteinkalk*. Quella della valle di Esino colla calcarea grigia, sarebbe in vece da collocarsi al parallelo delle masse dolomiche che in Raibel giacciono sotto i suddetti schisti di Raibel, e che contengono le *chemnizie* e le *natiche* simili a quelle di Esino. »

Queste osservazioni, fatte da geologi che si sono giustamente acquistati una grande celebrità, mi indussero a rivedere molte delle nostre vallate, ove trovansi sviluppati i

membri superiori del terreno triasico, ed a riprendere in esame anche i monti del lago d'Iseo sopra Toline, la cui descrizione ha dato motivo alle accennate osservazioni.

Le cose che io desiderava mettere in chiaro erano: 1.° Se il posto da me assegnato al *Keuper* sia il vero. 2.° Se gli schisti a *Trigonia Kefersteinii,* da me indicati a Toline, coprano realmente anche tra noi le dolomie e calcaree con *chemnizie* e *naticlie* di Esino, e per qual causa questo terreno non sia visibile al disotto dei detti schisti nei monti di Toline: onde venni a sospettare che fossero invece connesse colla dolomia al sud di Toline, che giudicava, per le ragioni che dirò in appresso, contemporanee di quelle di Esino.

Per maggiore chiarezza tratterò partitamente delle osservazioni rinnovate nello scorso anno nei luoghi che hanno maggiormente fermata la mia attenzione; le quali osservazioni serviranno, spero, a stabilire la concordanza dei diversi membri del terreno triasico superiore dei nostri monti con quelli osservati nelle Alpi orientali dai membri della Società geologica di Vienna, incaricati di redigere la carta geologica dell'impero d'Austria, di cui ha fatto cenno il cons. de Hauer anche in una recente Memoria sulla Fauna degli schisti di Raibel (1).

Della parte superiore della valle del Dezzo, ove trovansi in posto i terreni superiori al Muschelkalk e inferiori alle calcaree con chemnizie e naticlie, dette di Esino.

Lungo la valle traversale dove, presso le sue fonti, scorre il fiume Dezzo, diretta prossimamente dall'est all'ovest, si osservano nella costiera nordica i terreni dell'arenaria rossa triasica, coperti dagli schisti argillosi ed arenacei contenenti i banchi di carbonato ferroso; nella costiera meridionale dominano invece quasi esclusivamente i terreni schistosi neri, calciferi ed arenacei, di epoca più moderna, e la calcarea di color chiaro che li ricopre. Dove questa valle traversale piega alquanto al nord, verso il passo del Giogo di Gardena, si dirama il sentiero che mette al passo detto della Collina di Schilpario, pel quale si discende nella valle Camonica vicino a Cemmo. Discostandosi di poco da questo sentiero si vedono profondi burroni, nei quali mostransi a nudo i terreni intermedj tra gli schisti e le arenarie ferrifere, e gli schisti neri calciferi argillosi ed arenacei, che abbiamo veduto succedersi normalmente lungo la valle di Pezaze ed il lago d'Iseo. (*Vedasi la citata Memoria.*) In connessione cogli schisti argillosi ed arenacei ferriferi vedonsi ivi succedersi i banchi contenenti i soliti fossili, la *naticella costata,* il *Myacites Fassaensis,* ec.; sopra questi la calcarea farinosa dolomica e le dolomie alternanti; i quali terreni sono coperti dalle calcaree nere a sottili banchi, identici pei loro caratteri fisici e chimici e per alcuni petrefatti a quelli del Muschelkalk. Più all'ovest, cioè verso Schilpario, sì la calcarea farinosa dolomica, che la calcarea del Muschelkalk trovansi mascherate dai ruderi, o sono rimaste sepolte dai rialzamenti delle due costiere suddette, i cui banchi sono poco concordanti nella loro inclinazione verso mezzogiorno. Dove la valletta dei Gatti mette foce nel Dezzo, si vedono però dai ruderi emergere banchi di calcarea del Muschelkalk. Anche il monte scosceso, che chiamasi il Corno Diavolo, a mezzodì

(1) *Eine Beitrag zur Kentniss der Fauna der Raibler, Schichten von* Franz Ritter von Hauer. Wien, 1857.

di Schilpario, costituito da banchi fratturati, dove la diorite, che si manifesta in filoni lungo tutta questa costiera, si è insinuata più che altrove tra le rocce di sedimento in grosse vene ed in grandi cumuli, è in gran parte formato da calcarea argillosa nera, e da calcarea nera venata del Muschelkalk. Questa calcarea è coperta, senza che riesca fattibile di scorgere una decisa linea di conterminazione, dagli schisti arenacei nericci, i quali possono vedersi in tutte le piccole valli che discendono dai monti Moren ec., e mettono foce nel Dezzo. Questi schisti, tra la val Paludina e la valle Roncaglia, specialmente sopra Pradello, contengono impronte di vegetabili fossili; fra questi sono manifesti l'*Equisetites Columnaris* Sternb. e il *Pterophyllum Jægeri* Brong.: quest'ultimo è rappresentato da quei rami curvi a ferro di cavallo, che vennero figurati da Escher de la Linth nella sua importante Memoria sul Vorarlberg e dintorni (1). A qualche centinajo di metri al di sopra del letto del Dezzo, lungo questa costiera meridionale incominciano ad incontrarsi anche esemplari dell'*Halobia Lomelli* Wis. e dell'*Am. Aon nudus* Quenst. entro schisti molto argillosi ed arenacei, simili a quelli che contengono i suddetti vegetabili. Tali schisti sono assai potenti, e i monti di questa costiera ne sono costituiti sino oltre la metà della loro altezza al di sopra del letto del Dezzo; non sono però ricchi ovunque di avanzi organici. Lungo la valle Paludina, per esempio, se ne attraversano, salendo, numerosissimi banchi senza che se ne scorga alcuna traccia. Presso il Roccolo di Epolo si interpongono agli schisti neri alcuni banchi dolomici, che vedonsi emergere saltuariamente dai ruderi, che impediscono di ben accertarsi se trovinsi in posto. Dopo altri banchi di schisti nericci si interpone anche qualche banco di pietra verde. Più in alto la roccia diviene più decisamente calcarea, conservando però il color nero, che diviene anzi più intenso. I fossili abbondano qui più che altrove, ma le specie non sono molto numerose.

Quelli che ho potuto raccogliere sono i seguenti:

Am. Cassianus Quenst.
Am. Aon nudus Quenst.
Am. Pemphix Mer.
Am. Globosi, e tre altre specie di *Am.*
Halobia Lomelli Wis., in grandissima copia.

Questi fossili indicano, come è noto, che il terreno di cui parliamo spetta al San Cassiano inferiore.

L'*Halobia Lomelli* della parte più bassa di questi schisti è diversa da quella che predomina nelle parti elevate. Si vedono sì nell'una che nell'altra le linee trasversali concentriche, non che il biforcamento delle coste longitudinali, ma la forma generale del margine della *Halobia* predominante nella parte superiore, in luogo di essere tondeggiante ai lembi, come al solito, è ellittica. I tratti i più caratteristici di questa conchiglia sono però identici in entrambe, e pare evidente che non siano che semplici varietà, come lo sarebbe, secondo Hauer, anche la *Possidonomya Moussoni* Mer. di Regoledo.

(1) *Geologische Bemerkungen ueber das Nördliche Vorarlberg und einige angrenzenden Gegenden*, von Escher von der Linth. Zurig, 1853.

Quanto più si ascende per questi monti, scompajono sempre più le tracce di dislocamenti parziali, prodotti dalla comparsa delle dioriti, e i banchi schistosi superiori divengono meno inclinati a mezzodì, come può osservarsi per tutto il tragitto del *Sentier Lungo,* che attraversa questa costiera a metà altezza, sin presso la collina di Schilpario.

Per questa minore loro inclinazione riescono visibili gli schisti di cui parliamo, anche nel versante meridionale sopra il Negrino, nel Comune di Assone, sopra Borno, sopra Lozio, e sopra Cemmo e Cerveno.

Superiormente a questi schisti domina, quasi ovunque, un'immensa congerie di rottami di calcaree grigie chiare, le quali costituiscono la sommità dei monti Moren, Zendola, Bagozza, ec., che si presentano frastagliati nelle forme le più bizzarre. Sono esse in continuo disfacimento, e se ne staccano di tratto in tratto massi talvolta voluminosi anche durante le giornate calme di estate. Questi ruderi mascherano generalmente il punto di contatto delle due specie di rocce qui indicate, ma lungo la via che mette alla Corna Busa, così denominata per una apertura nella scogliera a guisa di porta, evvi una piccola depressione di terreno, che permette di valicare nel versante meridionale del monte. I ruderi qui sono meno abbondanti che altrove; per ciò si vede che al di sotto delle calcaree grigie chiare sonvi numerosi banchi di una calcarea dolomica bianchiccia, assai ricca di silice. La calcarea grigio-chiara non è ricca di fossili nei luoghi da me visitati; vi si vedono però tracce di *natiche* e di *chemnizie* simili a quelle di Esino; vi si trova pure con qualche frequenza l'*Encrinites Liliiformis* a colonna irregolare, come ad Esino; e sono comuni le ooliti gigantesche, proprie di queste calcaree (*Riesenoolithe* de'geologi svizzeri), le quali hanno dato origine al nome di *occhiadino* che si dà in commercio a questo marmo.

È ora evidente in questi monti la successione di due membri del terreno di San Cassiano, cioè l'inferiore con *Am. Aon* ed *Halobia* Lom., che si confonde alla sua base col terreno del Keuper, costituito da schisti argillosi arenacei con fossili caratteristici; e il superiore, costituito dalle calcaree di Esino, sotto il qual nome è ormai conosciuto da tutti i geologi per la grande quantità di fossili che ha fornito a tutte le collezioni paleontologiche. Alcuni dei molti fossili di questa calcarea vennero egregiamente figurati e descritti dal signor Moris Hörnes in diverse Memorie inserite negli Atti dell'Accademia di Vienna, lavoro che non è per anche compiuto.

Sulle calcaree di questa costiera non si vede altra roccia più moderna. Il signor cons. di Hauer però, alla pag. 6 della citata Memoria, dice di aver veduto gli schisti di Raibel, sebbene con caratteri paleontologici alquanto diversi, nella valle di Blè, nel pendío sud-est del monte Vaccio.

Il fiume Dezzo, che nel Comune di Schilpario scorre dall'est all'ovest, sotto Barzesto si dirige con larga curva dal nord al sud. Si è aperto il letto tagliando le calcaree grigio-chiare, gli schisti neri ad alobie, ed in qualche luogo anche le rocce inferiori. Per ciò la medesima successione di rocce si incontra a ponente del fiume, nelle vicinanze dell'abitato del Dezzo. Costituisce i monti della Presolana, che si estendono sopra una medesima linea di quelli di Schilpario, sino nel dominio del Serio, dove si dilatano sopra Lizzola e sopra Ardese. Non occorre ora di parlare dell'ulteriore loro prolungamento, sino a raggiungere con poche lacune i monti di Esino. Nei monti della Presolana, sopra l'abitato

del Dezzo si vedono la calcarea nera del Muschelkalk, gli schisti argillosi arenacei con qualche stelo del *Pterophyllum Jaegeri* Bron., e gli schisti argillosi colle solite alobie del piano inferiore. Le cime frastagliate di calcaree grigio-chiare sovrapposte ad alcuni banchi di dolomia, che le separano dagli schisti e dalle calcaree marnose nere, contengono anch'esse le *natiche*, le *schemnizie*, le *rostellarie* di Esino, quantunque raramente. Questa calcarea viene ancor qui lavorata talvolta come marmo occhiadino per opere edilizie. Nella chiesa di Vilminore si vedono alcuni gradini d'altare che contengono belle sezioni di *chemnizie*.

Il prolungamento di questa calcarea verso ovest, pochi gradi sud, attraversa il Serio al ponte nuovo sopra Ardese, dove è pure lavorato come marmo occhiadino. Vi si rinvengono le solite grandi ooliti: vi trovai anche un ammonite non ancora determinato, la cui sezione è simile a quelle degli ammoniti di Esino. Questo punto è di molto interesse pei geologi, poichè, ad onta di molte ondulazioni delle rocce, si vede chiaramente, a poca altezza sul monte, a destra della strada maestra pel ponte nuovo, che la detta calcarea a grandi ooliti è coperta da banchi rialzati al nord da una calcarea nera argillosa, e da schisti neri ricchi di fossili, che da molti scrittori, anche recenti, vennero erroneamente collocati nel terreno del Muschelkalk. Sono simili a quelli da me indicati nella citata Memoria negli schisti di Toline, che ho riferiti al terreno di San Cassiano; e sono, le *Cardinie* (*Myoconcha* Hau.), l'*Avicula bipartita*, la *Myophoria Kefersteinii*. Questo è il primo luogo in cui ritrovai la calcarea d'Esino ben caratterizzata, coperta da banchi petrosi fossiliferi, di epoca ormai ben determinata, che permette di stabilire i rapporti geologici di queste rocce. Le calcaree argillose e gli schisti argillosi neri, in questo luogo sono, come al solito, di grande spessore.

La conferma di questa classificazione geologica della calcarea di Esino per rispetto agli schisti a *Myophoria Kefersteinii*, ec., trovasi anche lungo la linea di Gorno, Dossena, Oneta, ec., dove i detti schisti poggiano sopra calcaree con fossili di Esino, e per ciò sono un prolungamento dei terreni detti di *Raibel*, di Toline, del M. Pora, d'Ardese, ec.

Queste calcaree si distinguono facilmente da quelle di altra epoca per un particolare loro aspetto poco cristallino, e pel colore quasi abitualmente grigio-chiaro. Chi però si fondasse su questi caratteri fisici, troverebbe frequenti lacune in questo terreno nei nostri monti; ma più volte cambia alquanto d'aspetto, ed acquista una tinta più oscura ed una compage pur diversa. Per ciò questa roccia, che ferma quasi dovunque l'attenzione del geologo e che desta in tutti un senso di sorpresa per la bizzarria delle cime frastagliate dei monti che ne sono costituiti, rimane quasi inosservata quando cambia d'aspetto, e trovasi coperta da terreni più moderni, di solito schistosi ed argillosi, che colla loro decomposizione imprimono ai monti una forma tondeggiante.

Qualche fossile, ed ancor più lo studio dei rapporti geologici delle rocce, fanno però riconoscere la detta calcarea anche nei punti intermedj. Questo accade di vedere nei monti che trovansi a ponente della val Camonica, sopra Lovere e Rogno, e nella valle del Dezzo. La successione delle rocce in questi monti non è che una ripetizione di quella che si osserva nei monti a levante del lago d'Iseo, di cui sono un prolungamento interrotto dal lago e dalla pianura alluviale moderna della bassa valle Camonica, che ha usurpato il dominio del lago. Presso il casino di Boario, l'arenaria rossa triasica è assai svi-

luppata. I suoi banchi sono inclinati all'ovest pochi gradi sud, come tutte le rocce sovrastanti, in modo che sembrano far mantello da lungi alle rocce eruttive dei monti al nord-est di Breno. In detta arenaria trovansi i soliti schisti argillosi, e le calcaree farinose dolomiche, pochissimo sviluppate; e su queste i potenti depositi di gesso di Volpino, i quali presso il castello di Rogno sono stratificati in sottili banchi, separati da venuzze di argille, ciò che permette di riconoscere esattamente l'inclinazione e la direzione dei banchi di questi monti. Superiormente a questo gesso vedesi la calcarea nera a sottili banchi, come sopra Goveno, riferita al Muschelkalk, visibili poco lungi di Corti, mentre direttamente sul detto gesso non si vedono che ruderi della calcarea nericcia, che costituisce i monti dirupati all'ovest del Castello di Rogno sino ad una moderata altezza.

Teoricamente, questi ruderi mascherercbbero qui la calcarea del Muschelkalk, il Keuper e il San Cassiano inferiore.

La valle Supina, che sbocca nella pianura presso Corti, ha escavato il terreno assai profondamente, tagliando dal sommo all'imo tutte le rocce di questi monti. Sopra Flacanico, dove la strada procedente da Lovere piega per entrare nella detta valle, si vedono rocce calcaree squarciate a grandi profondità, le quali rocce, verso le alture di Castel di Rogno e di S. Vigilio, si innalzano formando un piano inclinato ad ovest pochi gradi sud, in corrispondenza colla inclinazione delle sovrapposte rocce calcareo-schistose. Queste calcaree sono di color grigio alquanto cupo, sub-cristalline; contengono, nella parte destra della valle, vicinissima alla strada, vene e nidi di idrossido di ferro, di cui fu tentata anticamente l'escavazione con poco profitto; e dalla parte manca, precisamente nei dirupi sopra Castel di Rogno, perspicienti al mezzodì, si trovarono tracce di galena, contenente solo qualche diecimillesimo di argento, accompagnata da fluorina di aspetto vitreo, colorata talvolta in rosco, associata a grossi cristalli di carbonato calcico, il quale, generalmente bianchiccio, pur talvolta è pellucido, e ricorda la trasparenza dello spato islandico. Pochi anni sono, vennero fatti scavi in questo luogo, nella speranza di rinvenirvi una ricca miniera di piombo, ma il miscuglio dei citati minerali non formava che grossi nidi irregolari nella calcarea, i quali, per quanto può vedersi da una trincera escavata a soli tre metri di profondità, accennano di approfondarsi verticalmente nella roccia, vicinissimo ad inaccessibili precipizj. Nella galleria di ricerca che vi fu aperta nella direzione nord pochi gradi est, stata spinta alla lunghezza orizzontale di 15 metri, non si trovò più traccia dei detti minerali.

Questa calcarea è coperta, tanto dal lato di Ceratello quanto da quello del Castello di Rogno, da schisti calciferi e da calcaree marnose vario-colori, che incominciansi a vedere da questo lato del lago d'Iseo presso Lovere, e che si innalzano sino alle alture del passo del Ramello, di monte Pora, ec. In detta calcarea non ho potuto rinvenire che una *chemnizia* imperfetta, di specie simile a quelle di Esino. Le ricerche da me fatte per riconoscere questa stessa calcarea lungo la valle Pora riuscirono infruttuose, perchè discendendo per essa verso Dorga, la si trova mascherata dai detti schisti, i quali però hanno da questo lato una inclinazione assai minore di quella osservata lungo la valle Supina.

Fra le rocce calcaree marnose vario-colori lungo la valle Supina e lungo la costiera di M. Pora, si vedono, nel percorrere la via detta *piana* che mette al Passo del Ramello, potenti banchi di pietra verde con cristalli di solfuro di ferro inquinato da poco rame; roccia al tutto simile a quella che a Lovere sopporta il deposito gessifero.

Questo complesso di rocce contiene i medesimi fossili da me trovati a Toline, cioè *cardinie* e *Myophorie* (*Watheleye*, *Kefersteinii*, ed *elungata*), la *gervilia bipartita*, e più frequentemente il *Pecten filosus*, recentemente descritto e figurato da Hauer. Vi trovai pure un dente di saurj. È coperto concordemente dalla calcarea nericcia porosa con qualche vena di argilla ocracea, che dalle vicinanze di Lovere si innalza sino al fianco del Passo del Ramello, costituendo una costiera scoscesa tra mezzodì e ponente della valle Supina, nella quale non ho potuto sino ad ora rinvenire fossili. Questa calcarea è poi alla sua volta coperta dalla dolomia col noto bivalve del *Dachstein* de' Tedeschi, che trovasi associato ad altri fossili, come al solito. L'unito schizzo farà meglio conoscere l'ordine di successione di dette rocce (Vedi fig. 1).

L'inclinazione dei banchi, come si è detto, lungo la valle Pora, che si estende pel cammino di più ore sino verso Dorga, è minore di quella delle loro testate lungo la valle Supina; e si riduce da 15 a 20 gradi. Al suo sbocco nella pianura restano essi interamente coperti da ruderi; per ciò presentano l'ingannevole apparenza di seppellirsi sotto le gigantesche cime della Presolana, formate da calcaree con fossili d'Esino. Spero che troveremo la spiegazione del fenomeno collo studio degli indicati terreni lungo il Dezzo superiormente ad Angolo.

Successione dei terreni triasici lungo la parte bassa della valle del Dezzo.

I terreni i più antichi che si trovano in posto presso lo sbocco del Dezzo, nella pianura della val Camonica, sono costituiti dall'arenaria triasica, i cui banchi inclinano fortemente all'ovest pochi gradi sud. Sono essi coperti dai soliti schisti argillosi e dalle calcaree farinose dolomiche, dalle calcaree nere del Muschelkalk, che vedonsi allo scoperto anche a Terzano ed a Mazunno. Sulla destra del Dezzo, i torrenti Re, Ceva, Fada, Padone hanno operato grandi corrosioni in questa linea meridionale di monti, ed hanno formato vasti seni accessibili; ma questi sono coperti di congerie di pietrami, procedenti in gran parte dalle alture, che ne mascherano l'ossatura. Dove le acque di questi torrenti non giunsero ad operare corrosioni, le rocce non sono accessibili che lungo l'unica strada che mette nella valle di Scalve. Ciò basta per lasciar scorgere di tempo in tempo le rocce decisamente in posto, e si arriva a connettere la loro successione regolare. Sopra Angolo si trovano di già massi di calcaree a grandi ooliti, simili a quelle di Esino, caduti dalle alture; progredendo lungo la *Via selciata*, che mette nella valle Fada, si incontrano in posto alcuni banchi di pietra argillosa verde, emergenti dai ruderi, sopra i quali si osservano in posto calcaree grigie connesse con alcune più chiare, e sopra di esse, precisamente dove la strada piega per entrare nella valle Fada, sonvi in posto calcaree candide, di particolare struttura quasi ceroide. Più oltre, dopo passato il torrente Fada, dove la strada si innalza per entrare nella valle Padone, si incontrano banchi di dolomia, contenenti cristalli di fluorina bianchicci, nella quale non vidi traccia di fossili; sono ivi coperte da altre calcaree grigie, pure senza fossili. Passata la valle Padone, se si abbandona la strada principale per prendere il sentiero che mette alla cascina Padone Bassa, si incominciano a vedere in posto potenti banchi di una calcarea argillosa nera, tutta piena di miriadi di gusci della *Myophoria elungata* Hauer. Se poi da questa cascina

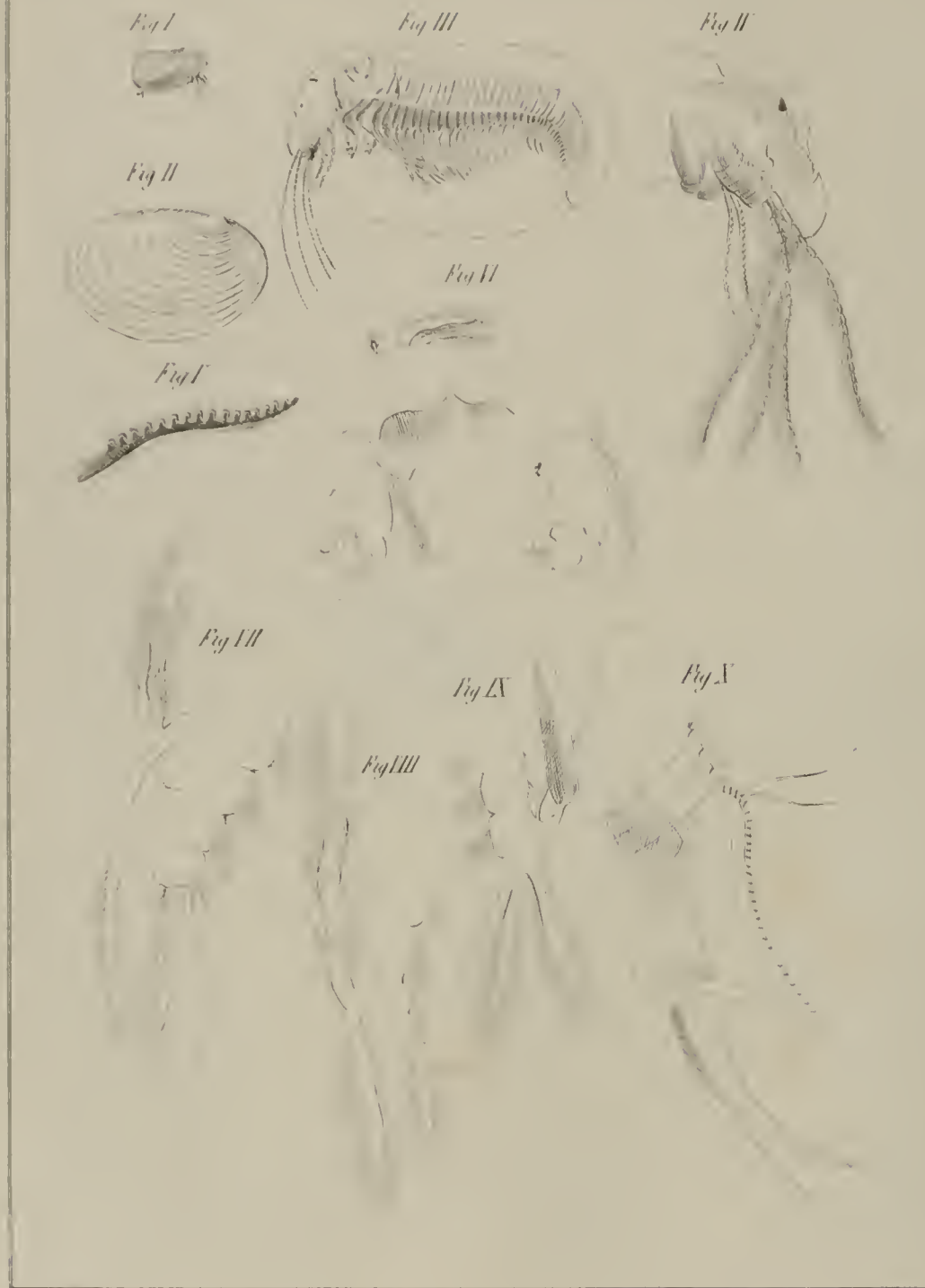
si sale per riprendere la strada di Scalve, si incontrano subito in posto gli schisti neri argillosi, ricchi di tutti i fossili sopra indicati, spettanti al S. Cassiano superiore (Raibel); i più comuni però sono la *Myophoria elungata* Hauer, la *Gervillia bipartita* Mer., il *Pecten filosus* Hauer, e la *Myoconcha Curionii* Hauer. Oltrepassato un esteso terreno coperto da ruderi e da terriccio, si vedono in posto, presso il castello, schisti arenacei neri, che continuano per gran tratto senza fornir tracce di fossili; ma avanti di arrivare all'abitato del Dezzo, si incontrano sulle alture, per la prima volta in questo gruppo di monti, l'*Halobia Lomelli;* i quali schisti, innalzandosi sempre verso il nord, si stendono presso il lago Polzone sotto le cime della Presolana, come abbiam veduto. L'inclinazione dei banchi della Presolana è assai prossimamente al sud-ovest, mentre quella dei banchi della valle Supina, di M. Pora e di valle Pora è prossimamente all'ovest pochi gradi sud. Detti banchi formano quindi una forte piega, il cui asse coinciderebbe colla vallata di Castione, ed è forse un prolungamento della squarciatura della valle Sabbiona, che trovasi a sinistra del Dezzo, la quale si estende sino sopra Cogne. Questo spostamento di banchi spiegherebbe come i terreni a *Myophoria Keferst.* ed *elungata* del M. Pora accennino di approfondarsi sotto le cime della Presolana, con fossili di Esino, di circa 700 metri più elevata che non il detto monte; mentre sopra le cascine Betteri presso Ardese trovansi in vece addossati alle calcaree a *chemnizie* e *natiche* delle appendici della stessa Presolana. In fatti, percorrendo la valle traversale di Borno, e discendendo nella val Camonica, si vedono succedersi dal basso all'alto la calcarea del Muschelkalk, gli schisti neri arenacei con tracce di fossili indeterminabili, e le calcaree chiare a *chemnizie* inclinate al nord, cioè in senso opposto all'inclinazione dei banchi dei già indicati monti Moren, Bagozza, ec., che inclinano in vece al sud.

Quantunque non mi sia stato possibile di ritrovare fossili nelle dolomie e calcaree che si incontrano in posto, saltuariamente allo scoperto lungo il fianco dei monti da noi ora percorso, sottoposte agli schisti colla *Myophoria elungata,* ec., parmi però evidente che siano una continuazione delle calcaree osservate sopra il Castel di Rogno, e che si debbano ascrivere alle calcaree di Esino, di cui occupano il posto.

Rendendosi ora manifesto che, nella successione normale delle rocce triasiche posteriori al Muschelkalk, osservata al sud di Schilpario, questo terreno è coperto da rocce argillose arenacee con vegetabili del Keuper, coll'*Halobia Lomelli* Wis., e più in alto cogli *Am. Aon,* e *globosi,* costituenti il terreno di San Cassiano inferiore, che su questo terreno giace qualche banco di dolomia, e la calcarea d'Esino con *natiche, chemnizie,* ec., ben caratterizzata anche mineralogicamente, costituenti un secondo membro del San Cassiano, e che questa calcarea d'Esino, alle falde sud-ovest della Presolana, è coperta dal membro superiore dello stesso terreno di San Cassiano, caratterizzato dalla *Myophoria Keferstei-nii,* ec., mi determinai di rivedere il terreno del lago d'Iseo, rappresentato dallo schizzo unito alla citata Memoria, onde riconoscere dove fosse incompleto.

In una gita fatta già nel 1856 sopra i monti di Toline, trovai che per un seguito franamento, e per essere stati diradati alcuni boschi, potevansi estendere le osservazioni per un bel tratto, lungo la parte da me indicata alla pag. 23 come inesplorabile perchè coperta da ruderi. Dopo le rocce schistose, verdognole e nericce, alternanti tra loro, nelle quali ultime rinvenni in quella occasione anche la *Gervillia bipartita* Mer., potei

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



Pinceri dis. Litog. Cairoli

riconoscere diversi banchi di una dolomia argillosa gialliccia, stratificata concordemente colle dette rocce, di una particolare struttura, importante a notarsi perchè si presenta in più luoghi lungo la zona occupata da questi terreni. Contiene essa alcune cavità tappezzate da cristalli lattei di dolomia, ed è costituita da piccoli cristalli di dolomia, debolmente cementati dal carbonato calcico, per cui ponendola negli acidi, fatta effervescenza assai sensibile nei primi momenti, i cristalletti dolomici si disaggregano interamente.

La composizione di questa particolare dolomia è la seguente:

Parte insolubile negli acidi a freddo		0,08. 32
Parte solubile -	Carbonato calcico e magnesico (dolomia)	0,86. 30
	Carb. calcico in eccesso	0,01. 20
	Allumina	0,01. 18
	Ferro	0,00. 78
	Calo per acqua e perdita	0,02. 22
		1,00. 00

Questa dolomia, per esperimenti da me fatti, può fornire un cemento mediocremente idraulico.

Questa roccia è alla sua volta coperta da banchi argillosi verdi, assai solidi, sui quali giacciono sopra Sadarina le argille gessifere. Il gesso che contengono è identico, per la composizione, a quello della parte occidentale del lago d'Iseo sopra l'abitato di Lovere, addossato ancor ivi alle rocce argillose verdi. La frana di cui ho parlato, ha messo a nudo potenti banchi di questo gesso.

Le indicate rocce argillose verdi si modificano talvolta in modo, da risultarne un' argilla ricca di ferro, di color rosso vivo; nei luoghi da me in detto anno e posteriormente visitati, potei tener dietro a dette modificazioni talvolta in un medesimo banco. La qual cosa merita attenzione, perchè s'incontrano, nel prolungamento sì all' est che all'ovest di questi terreni, molti banchi argillosi rossi, che credo debbano essere geologicamente connessi con questo terreno.

Tra questi banchi argillosi vedesi anche in alto, presso Sadarina, qualche filone-banco di diorite, col medesimo aspetto di quello già citato presso Toline; credo probabile che trovisi connesso coi giganteschi filoni porfiritici ora rossi, ora verdi, ora cinerei, del monte Marchione, che si diramano con vario sviluppo a Pezoro e Pezaze, per le valli Trompia e Sabbia, e nel contiguo Tirolo; i quali probabilmente si estenderanno ancor più in paesi da me non esplorati.

Le dette argille gessifere trovansi sopra Sadarina coperte da una calcarea grigia cupa, talvolta anche nera, porosa, la quale in prossimità del gesso contiene venuzze di argille ferruginose rosse. Non mi fu possibile di trovare traccia alcuna di fossili in questa calcarea, del pari che in quella sopra Lovere; ma credo probabile che alcune calcaree analoghe, nella val Trompia, le quali ne contengono, non per anco determinate, debbano riferirsi a questo terreno. La roccia dolomica col *Cardium Triq.* di Wulf. e colle *gervillie*, ec., che chiude la serie del terreno descritto nella citata Memoria, trovasi, lungo il lago d'Iseo, lontana ancora circa un centinajo di metri dalla suddetta calcarea porosa; ma non è più sperabile di spingere più oltre le osservazioni, subentrandovi un saldissimo con-

glomerato dolomico. Le ricerche vennero spinte anche nel territorio di Zone, sulle alture sopra S. Antonio. La parte interposta tra la dolomia e la detta calcarea, è costituita ancor ivi dal conglomerato; e precisamente dove trovasi il passo che da S. Antonio mette nel territorio di Toline, la depressione del terreno è occupata da detrito erratico costituito da graniti, da schisti cristallini, da arenarie rosse, talvolta di grosso volume, il qual detrito, mescolatosi coi ruderi delle circostanti rocce, forma la pianura di Zone, attualmente in forte corrosione.

Compiute le osservazioni sui terreni che si succedono lungo il lago d'Iseo presso Toline, rivediamo ora lo schizzo. Il N. 7 di esso segna il terreno del Keuper. Per le osservazioni superiormente riferite è ben questo il suo posto; ma in questa costiera di Toline non si trovarono fossili del terreno di San Cassiano inferiore che copre il Keuper, e di cui fa parte, mentre nel suo prolungamento nella val Trompia se ne trovano di caratteristici; i banchi fossiliferi superiori al Keuper, portanti il N. 8, indicati da me come spettanti al San Cassiano, formerebbero il membro superiore di questo terreno, illustrato dal succennato recente lavoro del cons. Hauer sulla Fauna di Raibel.

Questi schisti N. 8, secondo recentissime osservazioni di Feotterle, di Hauer e di altri, e secondo quelle per me fatte nello scorso anno nella valle Seriana, trovansi superiori alla calcarea di Esino, caratterizzata dalle *natiche*, dalle *chemnizie*, ec., la quale giace sopra gli schisti ad *Halobie* e ad *Am. Aon*, rappresentati al N. 7. Nel citato schizzo mancherebbe quindi la calcarea di Esino, che di recente venne giudicata formare uno dei membri più elevati del terreno di San Cassiano.

La calcarea d'Esino, lungo la costiera di Toline manca realmente, e perciò mi fondai sopra antiche mie osservazioni (1) della esistenza di alcuni fossili che trovansi nelle dolomie dei dintorni di Esino, i quali nemmeno in giornata possono essere distinti da altri annidati nelle dolomie del lago d'Iseo, col bivalve del *Dachstein*, per giudicarle coetanee.

Per mettere in chiaro da che procedesse la lacuna sopra avvertita nella serie dei terreni triasici superiori, lungo la costiera di Toline, spinsi nello scorso autunno le mie indagini in molte parti del contiguo territorio di Zone. Fermai la mia attenzione sopra una catena di monti assai elevata, costituita da calcarea grigia, molto rassomigliante a quella di Esino, circondata dovunque da ruderi della medesima pietra. Essa principia al nord-est di Zone, non molto discosto dall'abitato, e si estende a levante al monte Marchione, e più oltre nella val Trompia, mentre verso ponente si tronca rapidamente, ad un buon chilometro e mezzo di distanza dal lago d'Iseo, e ricompare oltre il lago, come si è detto, estendendosi anche a formar parte dei monti di Ardese, Oneta, Dossena, Lenna, ec. ec., dove è coperta, come ad Ardese, dai terreni del San Cassiano superiore, ossia dagli schisti di Raibel. Quantunque in questa catena di monti di Zone le tracce di fossili vi siano fino ad ora rarissime, pure, in un piccolo masso da me raccolto, potei mettere a nudo frantumi assai ben riconoscibili della *Chemnitzia Escheri* Hörnes, di Esino. Questa calcarea a Zone è addossata ai terreni schistoso-arenacei ed argillosi che costituiscono i fianchi meridionali dei monti Metelletto e Guglielmo, frapposti tra la calcarea nera del Muschelkalk,

(1) *Cenni sopra un nuovo Saurio fossile*, ec. ec. di Giulio Curioni, 1847.

di cui si vedono le testate nelle alture a mezzodì della valle Rizzolo di Pisogne, ed è coperta alla sua base, visibile al sud ovest, da banchi molto eretti di argille arenacee color rosso cupo, le quali sono in parte mascherate dai detriti già indicati.

Queste argille sabbiose ocracee si rivedono però in più luoghi lungo la strada che mette alla forcella di Iuzino e di Sale, ove occupano molta estensione sempre al di fuori della detta calcarea con fossili di Esino. Altre volte, dove il ferro vi abbondava maggiormente nelle argille, venivano escavate ad alimentare una ferriera a Marone. Parmi probabile che debbano mettersi al parallelo del terreno ferrifero indicato dal signor dottor Peters presso Lauerburg, formante parte degli schisti di Raibel di cui parla Hauer nella citata Memoria. Prolungando quindi teoricamente verso ponente la calcarea di Zone con fossili di Esino, verrebbe a prendere il suo posto tra il N. 7 ed il N. 8 dello schizzo unito alla ridetta mia Memoria. (Vedasi l'unito schizzo, fig. 2.)

Per questo collocamento dei diversi membri del terreno triasico superiore risultano chiarite anche le ambiguità circa le rocce componenti i monti di Esino. Spingendo le osservazioni, verso sud-est del monte Croce si vedono, sotto le dolomie e le calcaree di Esino, gli schisti di San Cassiano inferiore, corrosi dalle acque della val Neria; vi furono trovati ammoniti *Aon* di quell'epoca, nel loro prolungamento verso la valle della Piovera; uno ne vide il signor Antonio Villa, simile a quelli della val Trompia.

Le dolomie e calcaree che vi stanno sopra coi petrefatti di Esino, rappresentano uno dei membri superiori del San Cassiano; e gli schisti colla *Gervillia bipartita* Mer., che trovansi ai Prati d'Agnelio, superiori alle dolomie coprenti il terreno ittiolitico di Perledo, costituiscono il membro più moderno del San Cassiano superiore (schisti di Raibel), il quale è un prolungamento di quello di Toline, che attraversando le valli Seriana e Brembana, penetra nella Valsassina presso il passo di S. Pietro. Tutti i terreni complessivi del San Cassiano, a ponente della Valsassina inclinano ondulatamente verso il Lario, e perciò è ben chiaro che le dolomie con eguale inclinazione nelle sponde opposte debbano essere più moderne. A fronte di questi fatti, le discussioni geologiche pubblicate sino ad ora su questi monti si rendono oziose.

Il terreno triasico, secondo i geologi viennesi, terminerebbe al disotto delle dolomie col bivalve del *Dachstein*, ma i geologi svizzeri vi comprendono invece anche le dette dolomie e gli schisti di Kössen. Indicherò più sotto, su quali ragioni siano basate queste contrarie opinioni, riservandomi di esporre dopo il mio modo di vedere le cose. Però opinando io, come vedremo, che le dolomie contenenti l'indicato bivalve debbano essere disgiunte dai terreni di Kössen, e riunite le prime al terreno triasico, ed il secondo al terreno liasico, mi farò ora a dire qualche cosa circa a questi due terreni. Approfitterò anzi di quest'occasione per far conoscere quanto si facilitano gli studj geologici col sistema da me adottato, di esaminare dapprima colla maggiore attenzione una linea, la meglio scelta, che rappresenti le successioni normali delle rocce di un paese riunendole per gruppi geologici, onde procedere dopo ad istituire ricerche ai due lati di detta linea. In questo modo, anche dove i terreni sono sconvolti od in serie interrotta, si possono più facilmente classificare; le ambiguità scompajono.

Dolomie superiori agli schisti con Myophoria Kefersteinii, contenenti il Bivalve del Dachstein.

I suoi caratteri petrografici vennero già da me indicati. Ora dirò che queste dolomie, oltre ad essere nel loro complesso assai potenti, si estendono in modo da levante a ponente, che dalla Valsabbia confinante col Tirolo, sino al lago di Como, s'incontrano sempre sotto una linea, che propriamente si dirige al nord-ovest, formando bizzarre creste, che coronano talvolta le cime dei monti; sul lago di Como però gradatamente cessano dal formarne le cime. Dove sono visibili i terreni sottoposti, vi si trova sempre al contatto qualche membro del terreno di Raibel. Sono esse specialmente caratterizzate dalla suindicata grande bivalve del *Dachstein*. In alcuni luoghi, al nord di Vello, al monte Fus, nel letto del Mella, come nella val Lumezzane, al monte Pianone, a Grianta, vi abbondano anche altri fossili, non per anche ben determinati, i quali ricordano la fauna dei terreni triasici sottoposti. Quantunque ne sia difficile la determinazione per la loro grande fragilità, pure diverse di esse hanno eguale forma. La *Gervillia Salvata*-Bruner, p. e., figurata di recente dal Hauer (1), è analoga ad una delle *gervillie* degli indicati luoghi.

Schisti e calcaree di Guggiate (di Kössen dei Tedeschi).

Le indicate dolomie, caratterizzate dal bivalve del *Dachstein*, sono coperte da una serie di banchi di calcaree nericce, spesse volte di color cioccolata, e di schisti alternanti colle calcaree. La grossezza di questo complesso di rocce è d'ordinario assai grande. I fossili vi abbondano in modo particolare, e molti di essi si staccano facilmente dalla roccia, in istato di perfetta conservazione.

Volendo ora dare un'idea dei vantaggi del metodo da me adottato, di cui più sopra feci parola, incomincerò a parlare delle calcaree e degli schisti del Dosso Lungo di Caino, contenenti fossili analoghi a quelli di Guggiate.

Mentre occupavami l'anno scorso di rivedere il terreno di Guggiate lungo il lago d'Iseo, sovrapposto alle suddette dolomie, venni avvertito dai signori Ragazzoni ed ingegnere Filippini di Brescia, che un terreno analogo trovavasi benissimo sviluppato al suddetto Dosso Lungo di Caino. Mi vi recai col signor Ragazzoni, e trovammo che ancor ivi il terreno di Guggiate è evidentemente addossato alla dolomia col bivalve del *Dachstein*. Si può osservare la linea di separazione delle due rocce, specialmente sul pendío del monte Zucco, a mezzodì della Forcella di Caino. Il suo posto vedesi ivi talmente bene determinato, che sullo stesso pendío trovansi anche le rocce che lo coprono, costituite da calcaree bianchicce, le quali si modificano spesso, al basso in dolomia, ed in alto in calcarea oolitica: il passaggio tra queste varietà della medesima roccia è or graduato or saltuario. I fossili che abbiamo trovato al Dosso Lungo sono caratteristici del terreno di Guggiate. Sono essi i seguenti:

(1) *Ueber einige Fossilien aus der Dolomite des M.te S. Salvatore bei Lugano*, von Franz Ritter von Hauer.

Hemicidaris Florida Mer., specie che si vede anche altrove in questo terreno.
Spirifer uncinatus Schäff.
Terebratula cornuta Suess, in prodigiosa quantità.
Avicula Escheri Mer., in grande abbondanza, specialmente in un banco che occupa la parte media di questo terreno.
Pecten Falgeri Mer.
Pentacrinus.

Inoltre, grandi quantità di coralli incastonati nella pietra, e diversi altri fossili, che per essere inediti non possono giudicarsi come caratteristici di questo terreno.

Partendo da questo punto e dirigendo i passi a ponente, si rivede lo stesso terreno sulle falde meridionali del vicino monte delle Forche, e ricompare evidentemente sulla costiera di monti che dividono la val Trompia dal lago d'Iseo, cioè all'est di Sale Marasino. Sino ad ora non vennero trovati fossili caratteristici di questo terreno nei punti intermedj lungo il Mella al di sotto di Gardone, ma non è dubbio che con ulteriori ricerche non si abbia a ritrovarne, seguendo la linea che congiunge i due indicati punti dei monti di Caino e di Sale.

Sui monti di quest'ultimo paese si presenta col medesimo aspetto, e contiene alcuni dei fossili già citati. Alle spiagge del lago d'Iseo sotto Marone, sempre sovrapposto alle dolomie suddette, oltre a diversi fossili di già indicati, contiene i seguenti:

Cardium Austriacum Hauer, il qual fossile, prima della illustrazione fattane da Hauer, veniva confuso colla *cardita crenata*, che è di epoca più antica.

Gervillia inflata Schäff. Ricompare questo terreno sulle sponde occidentali del lago d'Iseo, anzi il monte d'Isola pare che ne sia costituito, mentre la vicina isoletta di Loreto, posta al nord, è dolomitica. Vi trovai la solita terebratula, ed il signor Ragazzoni mi disse aver veduto un ammonite, della famiglia degli arieti, proceduente dal detto monte d'Isola. A Riva di Solto ed a Solto è caratterizzato dal *Cardium Austriacum* e dalla citata *terebratula*. Per la prima volta lungo la linea che percorriamo compare qui un altro fossile caratteristico, cioè la *Pholadomya Lagenalis* Schäff. Questi banchi, che a Riva di Solto sono molto eretti, formano una piega assai forte, e ricompajono sotto rocce più moderne a Predore coi medesimi fossili, e per ciò si rendono visibili lungo due linee. La più bassa si dirige ad Adrara S. Rocco, ed a Cazzaniga, dove Escher trovò l'*Avicula Escheri*. Non è ancora ben determinato dove termini la piega che ha rimesso in vista questo terreno lungo la linea inferiore quì indicata.

Dopo lungo tratto, non abbastanza esplorato, seguendo la linea superiore di questo terreno, lo si incontra di nuovo nell'alta valle Imagna, e tra Brumano e Fuipiano, dove trovasi l'*Avicula Escheri*, *Plicatula intusstriata* Em., il *Pecten Falgheri* Merian. Per tener dietro a questo terreno bisogna oltrepassare l'Adda, recarsi al Gaggio nel versante nordico del monte Baro, e dirigersi nella valle Lovera sopra Valmadrera, nella valle Assina, dove ricompare lungo il Lambro di Rezzago, si innalza sopra Barni, sin quasi a raggiungere le vette su cui sta il piano del Tivano, e progredendo verso il nord, si mostra nella valle di Guggiate, dove scorre il Perlo, resa celebre già da molto tempo pei suoi fossili ben conservati; ricompare sopra la Tramezzina, e va a perdersi nella val Menaggio.

Importa che io mi fermi qui ad accennare i fossili da me raccolti nei luoghi ultimamente citati, comparendovi alcune specie non ancora trovate nella linea già percorsa.

Il terreno del Gaggio al monte Baro fornisce i soliti fossili proprj del terreno di Guggiate, e sono l'*Avicula Escheri* M., la *Plicatula intusstriata* Em., il *Pentacrinus*, che pare il *Pentagonalis*, la *Terebratula cornuta* Suess., ec., un *Hemicidaris* simile a quello trovato al Dosso Lungo presso Caino. Tra i più eleganti fossili del Gaggio giova ricordare una pinna guernita di più linee di pustole in ordine regolarissimo, che credo nuova; vi si trovano pure *nucule, cerizj, acteonine*, ec. I banchi calcari di questo terreno sono da per tutto ricchi di polipai; essi abbondano anche al Gaggio. Limitati sono i fossili della val Lovera, che trovansi in banchi affatto sconcertati e rotti, in modo che senza il loro sussidio sarebbe impossibile di classificarne la giacitura. Vi abbonda la *Gervillia inflata* Sch. I fratelli Villa mi dissero avervi trovato la pinna, simile a quella del Gaggio.

Nel tragitto dalla Valmadrera alla Valbrona ho veduto però rocce schistose alternanti con calcaree oscure, che si direbbero un prolungamento di quelle della val Lovera, in banchi poco sconcertati; ma di fossili non trovai traccia. Lungo il Lambro di Rezzago non vi trovai che impressioni della *Pholadomya Lagenalis* Schäff.

Arrivando a Barni si entra nel campo tipico di questo terreno. In nessun altro luogo i fossili vi si incontrano così numerosi di specie e di individui come sul monte del Faggio ed a Tarbiga. Ai copiosissimi esemplari della *Pholadomya Lagenalis*, dell'*Avicula Escheri*, della *Gervillia inflata*, si trovano mescolati la *Terebratula cornuta*, il *Pecten Fulgeri*, il *Cardium Collegni*, il *Cardium Austriacum*, il già citato *Pentacrinites*, i soliti polipai, ed altri fossili. È questo il luogo d'onde procede il primo ammonite che io abbia incontrato in questi terreni. Fossili di questa epoca si trovano anche ad Onno ed a Limonta, cioè la *Plicatula intusstriata* Emmr., l'*Avicula Escheri* M., la solita *terebratula* ed una *nucula* non ancora determinata. Per ciò questo terreno, che a tramontana penetra nella valle del Perlo, si estende anche a levante sopra gli indicati paesi.

In questa stessa valle sopra Guggiate vi abbondano del pari i fossili delle medesime specie, anzi questo è il luogo dove vennero trovati per la prima volta da Trotti e da Collegno. Per ciò ho dato in questo scritto al terreno di cui parliamo il nome di schisti di Guggiate. Nei banchi superiori di esso presso S. Giovanni di Bellagio si incontra un fossile non per anco rinvenutosi, che io sappia, nei luoghi già citati. È questo una bivalve gigantesca, globosa a foggia di emicardio, grossa come una testa umana, la quale è rinserrata in una calcarea color cioccolata, che contiene frantumi di polipai, di specie identiche a quelli già indicati.

A ponente del lago di Como, il terreno di cui parlo occupa una notabile estensione. I suoi banchi inclinano al sud-ovest per quasi un quarto di circolo, però non costantemente. Nel loro spaccato obliquo si osservano al basso presso Colonno, dove sono troncati dalla dolomia che vi si vede in banchi molto eretti, e vanno gradatamente rialzandosi sino sopra lo scoglio dolomico di Nave, tra Grianta e Menaggio: nel loro prolungamento nella valle Menaggio, che ne tronca i banchi, si vede apertamente che si abbassano seguendo la succennata loro inclinazione sino al lago di Bene, nelle cui acque vanno a perdersi. In tutta questa linea si trovano, benchè non abbondantemente, l'*Avicula Escheri*, la *Pholadomya Lagenalis*, la *Plicatula intusstriata*, e grande quantità di polipai delle

solite specie. Alcuni banchi, di circa un metro di grossezza, sopra Sala ne sono quasi per intero costituiti.

Nella parte non affatto superiore trovasi, sopra Bolvedro, il famoso Sasso delle Stampe. È questo un esteso banco, allo scoperto per arretramento del monte sovrapposto, inclinato al sud-ovest, tutto ripieno di impronte della grande bivalve già indicata a S. Giovanni di Bellagio. Non si vede abitualmente nella calcarea, ancor qui color cioccolata, ripiena di frantumi di polipai, che la sezione del guscio immedesimato nella roccia, il quale spicca all'occhio per la sua candidezza: presentano generalmente una forma globulare. È assai difficile staccare qualche esemplare completo, per la saldezza della pietra. In qualche spaccatura del banco vi ho veduti i becchi denudati dalle corrosioni, di egual forma di quelli della bivalve di Bellagio. Gli esemplari che ne ho raccolti sino ad ora, sono troppo informi per poter presentarne un'esatta figura. Nel fianco che guarda la valle Menaggio vi ho trovato il *Pecten Falgeri* Mar., e presso Bene le *nucule* simili a quelle di Guggiate, ec.

Credo che riuscirà ora evidente che col sistema da me adottato, di cui feci parola più sopra, e messo in pratica, a modo d'esempio, coi terreni di Guggiate (Kössen), risultano naturalmente classificati anche i terreni immediatamente inferiori e superiori ad essi, anche dove non si può far fondamento sulle indicazioni di fossili o poco riconoscibili o mancanti. Si evita il pericolo di smembrare alcune parti di uno stesso terreno per collocarlo in piani diversi, come si è fatto sino ad ora.

Dai fossili qui sopra indicati si vede abbastanza chiaramente che, cessata la fauna speciale del versante meridionale delle Alpi, compresa nei terreni intermedj tra il Keuper e quello testè descritto, si incomincia a trovare in quest'ultimo una corrispondenza colla fauna delle altre parti d'Europa, la quale ci induce a collocarlo nel lias inferiore.

Ora è tempo di prendere in esame quanto dice il prof. Merian, circa i terreni di questa formazione, studiata dai geologi svizzeri, per farne confronto coi nostri, e per esporre la mia opinione sull'avvertita divergenza d'idee circa la loro classificazione.

Il signor professore Merian (1), in una Memoria pubblicata nel 1855, in cui rende conto di un viaggio geologico fatto con Escher de La Linth e con Eduardo Suess nel precedente anno, per riconoscere i terreni inferiori al lias nel loro prolungamento nel Vorarlberg e nel nord del Tirolo, dice che sotto il lias del Vorarlberg, il quale in molti luoghi è ricco di petrificazioni ed è facilmente paragonabile ai terreni analoghi dell'Europa occidentale, si possono distinguere dall'alto al basso le seguenti formazioni:

1. Il *Dachstein Kalk* dei geologi austriaci.

È un calcare compatto, il quale a sito a sito acquista un grande spessore, mentre altrove si assottiglia; è ricco di coralli e di diverse conchiglie, tra le quali si distingue, come particolarmente caratteristico, il *Dachstein bivalve* (*Megalodus Scutatus* Schäff.), che talvolta trovasi grosso come una testa umana.

2. Gli *schisti di Kössen* degli Austriaci.

Sono costituiti da calcaree argillose, spesso schistose, colorite in nero, abbondante-

(1) *Verhandlungen der Naturforschungen Gesellschaft in Baden.* 2 Heft. 1855.

mente riempiute di particolari petrefatti. Come i più caratteristici, possono essere indicati i seguenti:

Gervillia Inflata Schäff., *Avicula Escheri* Mer. e *Av. speciosa* Mer., *Plicatula intusstriata* Emm., *Cardium Austriacum* Hauer.

Questa formazione, già indicata da Leopoldo De Buch, venne contrassegnata da Emmerick col nome di *Schisti a Gervillie*. Egli dice che gli schisti di Kössen stanno in istretta connessione col *Dachstein Kalk*. In entrambe mancano le belemniti, ed anche di ammoniti non ne aveva trovato.

3. Più al disotto trovasi una potente formazione dolomitica, il più delle volte senza petrificazioni. Vi appartiene la dolomite grigia, che forma parte precipua delle calcaree delle Alpi, del Vorarlberg, ec.

4. Questa dolomite ha al disotto una arenaria molto compatta, verde-chiara, la quale non di rado è piena di avanzi di piante che, dove sono riconoscibili, concordano colle specie del *Letten-Kohle* della Svevia, come p. e. le *Equisetum Columnare*-Sternerb, il *Pterophyllum Jægeri*, e *Longifolium* Brogn, ed altri vegetabili. Nella valle di Lafat, ed altrove, alterna con banchi calcarei, ripieni di veri petrefatti di San Cassiano, come la *Cardita Crenata* Munster, l'*Am Johannis-Aust.* Klips., diverse *Myophorie*, ec. Escher De La Linth vi trovò la *Halobia Lomelli* Wissm. al Triesner Kulm.

5. Al disotto segue il gesso e le altre rocce dei monti saliferi di Hall.

Basandosi sulle sue osservazioni, il professore Merian opina che la vera formazione di San Cassiano sia da classificarsi nel Keuper inferiore, ritenendo che il *Dachstein Kalk* e gli schisti di Kössen abbiano invece da ascriversi alla formazione superiore di San Cassiano. La mancanza di belemniti, che incominciano a comparire, secondo Merian, nel sovrapposto lias, sarebbe particolarmente significativa. I geologi austriaci all'incontro, continua Merian, considerano il *Dachstein Kalk* e gli schisti di Kössen come una sezione inferiore della formazione del lias dell'occidente. Si trova esposta questa maniera di vedere nell'accuratissimo lavoro del signor di Hauer, col titolo: *Die Gliedernung der Trias-Lias, und Jura Gebilde der Nord-östlichen Alpen* (1), e sviluppato ancor più da Eduard Suess nel suo lavoro sopra i brachiopodi degli schisti di Kössen (2). È questa basata sulla presenza in detti schisti di un numero di petrefatti ben riconosciuti del lias. Prendendo Merian ad esame i detti petrefatti indicati dai citati geologi, esclude la maggior parte di essi dal novero dei petrefatti proprj del lias, e conclude col dire, che quand'anche la fauna degli schisti di Kössen sia diversa da quella di San Cassiano, possiede però nell'*abitus* generale una certa rassomiglianza con essa, assai più grande che col lias.

Ponendo a confronto collo stesso ordine i terreni del Vorarlberg descritti da Merian, con quelli della Lombardia, vi si trovano alcune discordanze.

La calcarea del N. 1 del prof. Merian, ricca di coralli e di diverse conchiglie, tra le quali il *Dachstein bivalve* (*Megalodus scutatus* Schäff), che talvolta trovasi grosso come una testa umana, rappresenterebbe in Lombardia la parte superiore degli schisti di Kössen, coi quali

(1) *Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt.* IV Pag. 715.
(2) *Denkschriften der Wiener-Akademie.* B. VII.

trovansi in connessione banchi di calcaree ricche di coralli, e contenenti la grande bivalve a grossi becchi, di dimensione talvolta d'una testa umana. Queste bivalvi non sono esclusive dei banchi superiori del terreno di Kössen. Se ne vedono anche nel sovrapposto terreno oolitico, il quale si modifica in più luoghi in vere dolomie.

Gli schisti di Kössen indicati da Merian, che vi sono sottoposti, e che in Lombardia vi sono strettamente connessi, contengono del pari i petrefatti indicati da Merian. Sotto di questi schisti trovansi in Lombardia sviluppatissime le dolomie contenenti il *Cardium Triquetrum* di Wulfen (1). L'esistenza di una grossa bivalve a becchi molto sviluppati, rassomigliante al *Megalodus scutatus* Schäff., nel terreno degli schisti di Kössen, mi fece da qualche tempo entrare in sospetto che il bivalve del *Dachstein* potesse essere quello stesso che trovasi in tale terreno, ma questi dubbj vennero dissipati dalla gentilezza del cav. di Hauer, che mi mandò alcuni esemplari della vera *Dachstein bivalve*. Per ciò due sono le grosse bivalvi che vogliono essere ben distinte, cioè il *Megalodo*, che trovasi nella parte superiore degli schisti di Kössen, ed anche nel sovrapposto terreno oolitico; ed il *Cardium Triquet.* di Wulfen, che trovasi in grande abbondanza nelle dolomie occupanti il posto intermedio tra gli schisti di Raibel (San Cassiano superiore) e quelli di Kössen. Io credo che se si potesse con facilità estrarre intere le bivalvi dei terreni di Kössen, si dissiperebbero tutte le incertezze. Non occorre però esaminarle con diligenza per riconoscere che non hanno che pochi rapporti di somiglianza col bivalve del *Dachstein*. Per le cose dette dal Merian, è da credersi che nel Vorarlberg manchi il terreno dolomico col vero *Dachstein bivalve*, il quale dovrebbe trovarsi tra il N. 2 ed il N. 3 del suo elenco. Il terreno del N. 3 parmi che rappresenti le dolomie e calcaree d'Esino. Il terreno del N. 4 concorderebbe pei suoi petrefatti col Keuper e col San Cassiano inferiore dei monti di Schilpario.

Volendo ora arrischiarmi ad emettere la mia opinione su questa parte superiore dei terreni triasici, dirò che gli schisti di Raibel contenenti *Myophorie*, i cui denti divergenti dalla cerniera sono lisci, e per ciò particolari dei terreni saliferi del d'Orbigny, debbono essere risolutamente congiunti al terreno di San Cassiano. Per la grande potenza del complesso dei banchi che costituiscono gli schisti di Raibel, se ne dovrebbe formare il membro superiore del San Cassiano; per ciò le dolomie e calcaree di Esino discenderebbero ad occupare il posto del San Cassiano medio. Alla sezione degli schisti di Raibel, ossia del San Cassiano superiore, unirei anche le dolomie col *Cardium Triquetrum*, per la ragione che le *gervillie* e varj altri fossili delle dolomie inferiori agli schisti di Raibel continuarono ad esistere anche durante il periodo in cui deponevansi le dolomie superiori ai nominati schisti; pensando che quantunque in queste ultime dolomie incomincino a comparire per la prima volta i grandi *cardj* a becchi assai sviluppati, che sembrano connetterli coi superiori terreni di Kössen, e coi terreni oolitici contenenti del pari *cardj* giganteschi a grandi becchi, di specie però non identica, si debba dare la preferenza alle indicazioni diverse dei numerosi altri fossili che le connettono in vece col terreno triasico.

(1) Per non confondere le due bivalvi, conservo a questa delle dolomie di Lombardia e del *Dachstein* dei geologi viennesi, l'antico nome datovi da Wulfen, riservando quello di *Megalodus*, alla bivalve dei banchi superiori di Kössen.

Si aggiunge ancora, a sostegno di questa separazione, che nei terreni di Kössen incominciano per la prima volta a farsi vedere ammoniti della famiglia degli arieti, di cui a quest'ora, a mia cognizione, se ne trovarono già tre individui. Quello che io possiedo, procedente dagli schisti di Barni, è troppo imperfetto per riconoscerne la lobazione, essendo solo in qualche parte in rilievo, il resto in semplice impronta; però il numero delle spire e la forma delle coste e del sifone lo fanno riconoscere per l'*Am. Conybeari*.

Io credo quindi che la divergenza di opinioni sopra indicata dipenda dall'avere i geologi svizzeri preso il grande bivalve, che trovasi nei banchi calcarei connessi ma superiori agli schisti coi fossili di Kössen, per il bivalve del *Dachstein* proprio, in vece delle dolomie inferiori al terreno di Kössen, parendo che queste dolomie manchino nei paesi da loro esaminati.

Il prospetto ora completato della successione normale dei membri del terreno triasico, secondo il modo di vedere sopra esposto, sarebbe il seguente:

PROSPETTO della serie dei diversi membri del Trias nella Lombardia.

	Serie dei diversi membri del Trias sovrapposti agli			
1	Schisti micacei, anfibolici, talcosi, silicco-micacei, ec.			
2	Arenaria vogese e sereziata.	Sezione dell'arenaria sereziata	Ramificazioni indeterminabili, costituite dalla medesima roccia. *Ethophyllum speciosum* Sch.	L'*Ethephyllum speciosum* non venne fino ad ora trovato che nella parte superiore delle arenarie rosse di quest'epoca dei diatorni di Bellano, da Escher de La Linth.
3	Schisti argillosi ferriferi dell'arenaria sereziata.		*Myacites Fassaensis* Wis., *Avicula Venetiana* Hau., *Pecten Margheritæ* Hau., *Naticella costata* Münst. Piccole trigonie ed altri fossili indeterminabili.	
4	Calcarea farinosa dolomica e dolomia	Sezione del Muschelkalk	Senza fossili riconoscibili.	
5	Argille gessifere inferiori.		Senza fossili.	
6	Muschelkalk.		*Nautilus, Ceratiti, Encrinites Liliiformis* Mül., *Terebratula Vulgaris, Cyathophyllum;* ramificazioni indeterminabili.	
7	Keuper e San Cassiano inferiore.	Sezione del Keuper e del San Cassiano rappresentata in molte parti d'Europa dal solo Keuper.	*Pterophyllum Jægeri* Brong., *Equisetites columnaris* Ster., *Halobia Lomelli* Wis., *Am. Aon.* Münst., *Am. Aon nudus* Quen., *Am. Cassianus* Quen., *A. Pemphix* Mer., *A. globosi.*	
8	Dolomia e calcaree di Esino; San Cassiano medio.		*Turbo depressus* Hörnes, *Natica Comensis, N. Meriani, N. Lemniscata* Hör., *Chemnitzia Eximia, Ch. Gradata, Ch. Escheri* Hör., *Patella Lineata* Klip., *A. Globosi. Zigaretus Curioni* Cat., *Encrinites Liliiformis* Mül., *Halobia Lomelli* Wis.	L'*Encrinites Liliiformis* della calcarea d'Esino ha spesso gli steli nodosi, come quello figurato da Quenst. nella fig. 9 della tav.ª 54 dell'*Handbuch der Petref.* Però gli steli degli encriniti di questi membri superiori del Trias in Lombardia hanno, come osserva il sig. Koechlin-Schlumberger per quelli della località di San Cassiano, uno spazio liscio ed un cordoncino ai lembi esterni delle facce di congiunzione degli steli.
9	Schisti calcareo-argillosi di Dossena con *Myophoria Keferstéini* (Schisti di Raibel) San Cassiano superiore, comprendente anche le seguenti rocce ai *N.* 10, 11 e 12.		*Myophoria Keferstéinii* d'Orb., *Myoph. Elongata* Hau., *Myo. Wathelei* Buch., *Myoconcha Curioni, M. Langobardica* Hau., *Pecten filosus* Hau., *Gervillia bipartita*, Mer., ec.	
10	Argille gessifere superiori.		Senza fossili nelle località indicate.	
11	Calcarea nericcia porosa.		*Idem*	
12	Dolomia con *Cardium triquetrum* Wis.		*Cardium triquetrum* Wulf., *Gervillia salvata* Brun. Altre Gervillie, trochi, nucule di specie diverse da quelle del terreno che segue.	Vedansi le figure 17, 18, 19 della tav. II annessa alla citata Memoria *Sulla successione normale del terreno triasico.*
13	Ruderi.			
14	Schisti di Guggiate con *Megalodus scutatus* Schäff. (Schisti di Kössen.)	Lias.	*Ammonites Conybeari* Sow. *Hemicidaris florida* Mer., *Pentacrinus* Spe., *Spirifer uncinatus* Schäff., *Terebratula cornuta* Suess., *Plicatula intusstriata* Emmr., *Avicula Escheri* Mer., *Pholadomya Lagenalis* Schäff., *Pecten Falgeri* Mer., *Cardium Austriacum* Hau., *Gervillia inflata* Schäff., *Megalodus scutatus* Schäff., nei banchi coralliferi *Caryophyllia Liasica* Quen., ec.	

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

Fig. I.

Fig. II.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

OPERE PUBBLICATE

DALL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VENDIBILI IN MILANO PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA DE' CLASSICI ITALIANI

(*Contr. di S. Margherita*)

I prezzi sono in lire austriache e in monete sonanti.

Memorie dell' Istituto Nazionale Italiano. — Bologna, 1806-13, vol. 6 in-4.° con tavole in rame. Lir. 60.

Memorie dell' I. R. Istituto del Regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1819-38, vol. 8 in-4.° con tavole in rame. Lir. 80.

Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1843, 1846, 1854 e 1856. Vol. 1.°, 2.°, 4.°, 5.° e 6.°, con tavole in rame e litografate. Lir. 75.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1841-47. Vol. 1-8 in-8.° Lir. 30.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo e Biblioteca Italiana. Milano, 1852-57. Tomi 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.° 8.° e 9.°, in-4.° Lir. 96. 60.

Collezione degli Atti delle solenni distribuzioni de' premj d' industria fatte in Milano ed in Venezia dall' anno 1806 al 1857. — Milano-Venezia, 1824-57. Tomo I all' VIII, in-8.° Lir. 32.

Breislak Scipione. Descrizione geologica della provincia di Milano. — Milano, 1822, in-8.° con carta topografica. Lir. 5.

Rosina Gaetano. Memoria sulle stoviglie fabbricate con terre del regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1822, in-8.° Lir. 1.

Piola Gabrio. Sull' applicazione dei principj della Meccanica analitica del Lagrange ai principali problemi. — Memoria premiata. — Milano, 1825, in-4.° Lir. 2. 50.

— Elogio di Bonaventura Cavalieri, recitato in occasione del VI Congresso scientifico italiano. Con note, postille matematiche, ec. — Milano, 1844, un volume in-4.°, con tavole in rame e litografiche. Lir. 2.

Vismara Giuseppe. Della cementazione e della fusione dell' acciajo. — Milano 1825, in-8.°, con una tavola in rame. Lir. 1.

Sormani Napoleone Massimiliano. Monografia sulle morti repentine. Memoria premiata. — Milano, 1834, in-8.° Lir. 3.

Ferrario Giuseppe. Statistica delle morti improvise, e particolarmente delle morti per apoplessia nella città e nel circondario esterno di Milano dall' anno 1750 al 1834. — Milano, 1834, in-8.° Lir. 4.

Stradivari Cesare. Sulla educazione dei bachi da seta e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata. — Milano, 1841, in-8.° Lir. 2.

Merlini Giovanni. Sulla costruzione dei tetti degli edificj, tanto di genere umile quanto di genere grandioso, inteso l'argomento nel senso scientifico e tecnologico. — Milano, 1842, in-8.° con 4 tavole in rame. Lir. 2.

Restelli Francesco. Dell' influenza delle associazioni industriali e commerciali sulla prosperità pubblica, e dei più congrui mezzi per tutelarle. Memoria premiata. — Milano, 1845, in-8.° Lir. 2.

Meguscher Francesco. Memoria premiata in risposta al quesito: Additare la migliore e più facile maniera per rimettere i boschi nelle montagne diboschite dell'alta Lombardia, e per conservarli e profittarne. — Milano, 1847, in 8-°, di pag. 414. Lir. 3.

Nava e Selmi. Sul caglio vitellino. Memorie premiate pel concorso Cagnola del 1857. — Milano, in-8.° Lir. 2.

Rapporti sulla malattia dell' uva negli anni 1852-56. Fascicoli 5 a Cent. 50 cadauno.

Rapporto sull' annata bacologica 1856. Cent. 50.

CONTIENE:

Balsamo Crivelli. — Di un nuovo crostaceo della famiglia dei Branchiopodi Fillopodi . . . . . Pag. 113

Curioni Giulio. — Appendice alla Memoria sulla successione normale de' diversi membri del terreno triasico in Lombardia . . . . . » 121

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOL. VII. — FASC. IV.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1858

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli Associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società Tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali.

SULLE INONDAZIONI AVVENUTE NELLA FRANCIA

IN QUESTI ULTIMI TEMPI,

E SUI PROVEDIMENTI PROPOSTI PER APPORTARVI RIMEDIO

CONSIDERAZIONI

DI ELIA LOMBARDINI.

Lette nelle adunanze 25 giugno, 9 e 23 luglio, 6 e 20 agosto 1857.

Nel giro di pochi anni la Francia ha soggiaciuto ad immensi disastri per le inondazioni cagionate dalle straordinarie e frequenti piene de' suoi fiumi. Nel novembre 1840 il Rodano raggiungeva generalmente un'altezza che dichiaravasi non conosciuta in addietro, apportando immensi danni alle città e borgate adjacenti al suo corso, ed ai territorj protetti da arginature, le quali cedettero, soverchiate dalla fiumana. Nel 1841 e nel 1843 il Rodano inferiore si alzò prossimamente all'altezza del 1840, lo che avvenne pure verso la metà dell'ottobre 1846. In quest' ultima circostanza i maggiori disastri li provò la valle della Loira, calcolandosi ad oltre 40 milioni i danni ivi arrecati. Si osservò in allora quanto maggiori sarebbero stati ove, col ritardare le inondazioni di qualche settimana, fossero rimaste distrutte le seminagioni nella ricorrente crisi annonaria, e più ancora ove esse avessero colpito le messi nella stagione estiva. Questa sciagura avvenne appunto sui primi di giugno dello scorso anno 1856, avendo la piena, tanto del Rodano che della Loira, oltrepassata rispettivamente la misura di quelle del 1840 e del 1846. Per siffatto modo la somma dei danni arrecati alle sole private proprietà si fece ascendere a 140 milioni, oltre a quelli cui soggiacquero le opere pubbliche.

L'imperatore Napoleone volle visitare, insieme al ministro, le località colpite dal disastro, e la vista di tante sciagure lo indusse a scrivere a quest'ultimo la lettera del 19 luglio[1], nella quale dichiara che conviene assolutamente trovare un rimedio per mettere al coperto le ricche vallate dei maggiori fiumi della Francia da così terribili flagelli.

Considerato da lui il riparo degli argini siccome semplice palliativo, che in caso di rottura di essi aggrava il male, vorrebbe che gli studj si rivolgessero all'applicazione di rimedj preventivi. Questi dovrebbero essere intesi a ritardare l'afflusso delle piene, ed a togliere la coincidenza del colmo di quelle dei tributarj e del fiume recipiente ove confluiscono, giusta le proposte che sonosi anteriormente fatte da distinti tecnici, mossi dal luminoso esempio loro offerto sul corso della Loira superiore. Ivi di fatti alcune dighe di ristringimento, costrutte sul principiare dello scorso secolo, avrebbero tratte-

(1) *Moniteur Universel* del 21 luglio 1856. — *Annales des ponts et chaussées.* — *Lois, Decrets*, etc. 1856. pag. 373.

nuto le acque, riducendo per breve tempo alla condizione di lago la vasta *Pianura del Forez*, con che sarebbe scemata a valle l'altezza della piena a Roanne e nella Loira inferiore, tanto nel 1846 quanto nel 1856.

Il ministro delle opere pubbliche, sentito il Consiglio degli ispettori de' ponti e strade, rivolse ai prefetti la circolare del 26 luglio, colla quale gli ingegneri preposti alle linee fluviali dovevano rispondere a ventisei quesiti, diretti a far conoscere il regime del fiume; le circostanze che accompagnarono tanto l'ultima piena quanto le anteriori; le cause delle inondazioni; ed i mezzi da impiegarsi per prevenirle [1]. Conchiude il ministro coll' osservare, che gli ingegneri non dovranno considerarsi rinchiusi nell' angusta cerchia delle premesse domande; dovendo essi indicare gli altri fatti che avranno rilevati, ed i mezzi che loro sembrassero i più efficaci per prevenire la ripetizione di tali disastri, e presentare i loro elaborati entro il mese di settembre.

Per siffatto modo, quantunque siasi accennata dal sovrano la poca fiducia da lui riposta ne' semplici palliativi, e dichiarato come importi ricorrere a rimedj radicali, è lasciato però libero il campo, non solo agli studj, ma eziandio alla discussione sopra argomenti d' idraulica finora toccati in modo vago soltanto, senza che se ne occupasse di proposito la scienza, la quale perciò potrebbe trovarsi in difetto.

Raccolto il materiale richiamato da' singoli tecnici, nel novembre e nel dicembre scorso vennero incaricati venti ingegneri in capo, coadjuvati da un dato numero di ingegneri ordinarj, di procedere agli studj sui bacini dei principali fiumi, e di occuparsi successivamente della dirigenza dei lavori, considerati siccome servizio speciale concernente le inondazioni [2].

Ricca come è la Francia di un corpo d'ingegneri meritamente apprezzato per la scientifica educazione ricevuta e per le cognizioni che loro generalmente fornisce la pratica applicazione delle teorie sopra un campo vastissimo, è a prevedersi che anche per l'idraulica fluviale, alla quale finora pochi di essi sonosi dedicati in modo veramente speciale, debbano acquistare una particolare abilità. Imperocchè, oltre all' opportunità che avranno di studiare così sul terreno, mediante ben ordinate osservazioni, fenomeni intralciatissimi col sussidio di mezzi somministrati generosamente dal Governo, nella lettera sovrana precitata sarebbesi sancita la giusta massima di non distogliere d' ora innanzi gli ingegneri dal servizio cui verrebbero per tal modo applicati, onde porli in grado di far tesoro delle cognizioni che dalla sola esperienza e per determinate località si possono attingere.

Un succinto ragguaglio della condizione in che si trovano i fiumi aventi il loro corso sul territorio della Francia, quali sono il Rodano, la Loira, la Garonna e la Senna coi loro tributarj; delle circostanze che accompagnarono le loro irruzioni; dei mezzi proposti finora per porvi riparo, e qualche considerazione sulla efficacia di questi, verranno a riuscire di qualche interesse siccome tentativo, se non per risolvere quistioni scientifiche del tutto nuove, per promovere almeno intorno ad esse le discussioni preaccennate. Utile eziandio sarà per tornare il confronto che potrà istituirsi così coll' indole dei nostri fiumi, le cui difese furono finora argomento di ricerche anche per ingegneri esteri, i quali non sempre se ne formarono un giusto concetto.

(1) *Moniteur universel*
Annales des ponts et chaussées precit., pag. 517.

(2) *Annales* precit., pag. 412, 535 e segg.

1. Corso principale del Rodano. — Il *Rodano* trae la sua origine dalle alte cime del Gries, del Furka e del Grimsel in prossimità del S. Gottardo. Percorso il Vallese, attraversa il lago Lemano, d'onde esce a Ginevra, e serrato fra le radici delle Alpi a sinistra, del Jura e delle Cevenne a destra, dopo aver toccato Lione, Valenza, Avignone e Tarascon, sopra Arles si divide in due rami disuguali, detti il Piccolo ed il Grande Rodano, che mettono foce nel Mediterraneo. Al disotto del Lemano il corso del fiume è generalmente diretto da settentrione a mezzodì, parallelamente alla catena principale delle grandi Alpi e ad altra intermedia pure altissima; fatta eccezione del tronco compreso fra S. Didier e Lione, il quale con angolo acuto si rivolge, dapprima verso settentrione, e di poi verso occidente.

I principali influenti alpini sono, l'Arve, in prossimità di Ginevra, l'Isère sopra Valenza, e la Durance sotto Avignone; e quelli della destra sono, l'Ain sopra Lione, e la Sonna nell'interno di questa città. Altri influenti secondarj concorrono in misura non lieve ad aggravare le piene del recipiente, quali sono principalmente la Drôme a sinistra e l'Ardèche a destra, di carattere torrentizio attesa la prossimità e l'elevazione delle loro sorgenti.

Il bacino scolante del Rodano, giusta la misura che ne dà l'ingegnere Surell, sarebbe di chil. quad. 92700. Questi ne indica il modulo in $1718^{m.c.}$, eguale cioè a quello del Po; la portata unitaria in massima magra, dopo tutte le confluenze, in $600^{m.c.}$; e quella in massima piena in $10000^{m.c.}$, in luogo di $12000^{m\ c}$, o di $14000^{m.c.}$ cui da altri si faceva ascendere [1].

Il bacino scolante del Lemano non sarebbe che di chil. quad. 7680, compresa la superficie del lago di chil. quad. 541 [2]; ed aggiunta la superficie dei bacini dei laghi minori d'Annecy e di Bourget, di soli chil. quad. 640, la parte lacuale del bacino del Rodano raggiungerebbe i nove centesimi del bacino totale; mentre per il Po, ove questo è di chil. quad. 69382, e quindi solo tre quarti dell'altro, la parte lacuale di chil. quad. 15780 raggiunge pressochè i ventitrè centesimi [3].

Il versante sinistro alpino è di chil. quad. 39700, e col bacino lacuale del Lemano, di chil. quad. 47380. Il versante destro dei fiumi discendenti dal Jura, dall'altipiano di Langres e dalle Cevenne, di un'altitudine assai minore delle grandi Alpi, è di chil. quad. 45320. Per una metà quindi del suo bacino il fiume, alimentato in gran parte da ghiacciaj, avrebbe il carattere alpino con piene estive; e per l'altra metà sarebbe di carattere jemale; circostanza che contribuisce alla sua perennità.

Partendo dal Lemano, il cui livello trovasi a $375^{m.}$ sul mare, il Rodano, non navigabile per i primi 55 chilom., ha una pendenza media per chilom. di $1^{m.}{,}84$, che si riduce per la parte navigabile a $0^{m.}{,}68$ fino a Lione, sopra chilom. 163; a $0^{m.}{,}565$ da Lione alla foce dell'Isère per chilom. 112; portandosi a $0^{m.}{,}73$ fra quel punto e la foce del Lez sopra chilom. 102; dopo di che si riduce fino alla foce in mare, in lunghezza di chil. 124 a $0^{m.}{,}29$.

(1) Surell, *Mémoire sur l'amélioration des embouchures du Rhône.* Nimes, 1847.

(2) Lortet, *Documents pour servir à la géographie physique du bassin du Rhône.* Lion, 1843, pag. 5.

La superficie del Lemano sarebbesi determinata dal generale Dufour: Chaix, *Observations sur le regime de l'Arve et du Rhône. — Bibliot. Univer. de Genève.* Janvier, 1857.

(3) Per l'azione moderatrice del Lemano al confronto dei laghi della Lombardia, vedasi la nota finale (II).

fra il limite massimo di $0^m,545$ in principio e minimo di $0^m,053$ al disotto di Arles. Per tal modo la pendenza del Rodano navigabile viene a riuscire tripla ed anche quadrupla di quella del Po; lo che ne rende assai rapido il corso, ed è dovuto alla circostanza di trovarsi generalmente incassato fra monti. Non ho potuto rilevare se l'anomalia della maggior pendenza tra le foci dell'Isère e del Lez al confronto di quelle del tronco superiore fino a Lione sia attribuibile a qualche banco di roccia, od alla mole de' ciottoli provenienti da qualche confluente torrentizio, od alla corrosione di banchi diluviali; anomalia che per effetto di quest'ultima causa si riscontrerebbe anche pel Rodano superiore a Lione fino alla foce dell'Ain, dopo della quale la pendenza per chilom. di $0^m,65$ si accresce, discendendo per gli ultimi 20 chilom. a $0^m,93$ (1). È pure notevole il fatto, che mentre il Po comincia ad abbandonare le ghiaje alla confluenza del Ticino, a chilom. 380 dalla foce, fatta eccezione di quelle portatevi dalla Trebbia presso Piacenza, per cui generalmente scorre sopra sabbie, che mano mano divengono maggiormente sottili, nel Rodano invece le ghiaje si avanzano fino all'origine del delta sopra Arles, a soli 47 chilometri dalla foce in mare.

2. La Durance. — Il più poderoso degli influenti alpini è la *Durance*, ultimo fra essi, il cui bacino si estende a 13400 chil. quad., oltre cioè al doppio di quello del Ticino. La esposizione de' suoi versanti ai venti meridionali della marina; lo stato di sfacelo in che si trovano le più elevate sue pendici, per effetto dei diboscamenti associati alla natura friabile delle rocce che le costituiscono, ed all'azione di frequenti piogge temporalesche e di repentini squagliamenti di nevi; l'eccessiva sua pendenza che, anche negli ultimi 150 chilometri da Sisteron alla foce supera, per termine medio, il tre per mille, sono circostanze tutte che concorrono a dare a questo fiume un carattere torrentizio in occasione di piene. Uscito dalle gole de' monti, conserva l'indole vagante fino in prossimità della foce nel Rodano, posta circa 5 chilom. a valle di Avignone. Esso è il fiume della Francia maggiormente utilizzato per le irrigazioni. Taluni calcolano in $3000^{m.c.}$ la portata unitaria massima delle sue piene; ma, per le cose che verrò accennando più innanzi, si ha motivo di supporre che in qualche caso abbiano a superare un tal limite.

3. L'Isère. — Risalendo il Rodano, ed oltrepassati gli influenti minori *Ouvèze*, *Aigues*, *Lez* e *Drôme*, il cui bacino complessivo si calcola in 7000 chilom. quadrati, incontrasi l'*Isère*, che presenta un carattere ben differente al confronto della Durance. Esce a Conflans dalle gole delle Alte Alpi della Savoja, e percorsi 40 chilometri, raggiunge il confine della Francia dopo essersi unito all'Arc, di poco inferiore in portata allo stesso Isère. Dal detto confine alla foce nel Rodano, sopra una lunghezza di 150 chilometri ha una pendenza media di uno per mille, un terzo circa di quella della Durance, per cui riesce ivi navigabile. Da Conflans discendendo, il fiume ha un carattere vagante, scorrendo per circa 70 chilom. con molteplici rami fra alluvioni sommergibili, in larghezza di due a tre chilom. Abbandonate le ghiaje a Lancey, si aggira in tortuoso meandro fino a Grénoble, al disotto della quale città si unisce al Drac, le cui piene superano in portata quelle dell'Isère; e ripiglia ivi il carattere vagante. Per gli ultimi 60 chilom. il fiume rimane raccolto in stretta sezione fra alte ripe diluviali. Dall'esame di una carta topografica del fiume, pel tronco compreso fra il confine savojardo e Grénoble ho rilevato che s'incontrano a

(1) Vallée, *Du Rhône et du lac de Genève*. Paris, 1843, pag. 19.

sinistra sul fondo della valle, rivestiti di boscaglia, dodici conoidi, o ventagli di torrenti, ridotti pressochè tutti alla condizione di semplici rivi; lo che avviene anche per quelli a destra, che discendono dalle rapide pendici della *Grande Certosa;* mentre questi, a qualche chilometro di distanza ne' monti, esercitano tuttavia il loro dominio sopra un letto di ghiaje e ciottoli di oltre 100$^{m.}$ di larghezza (1). Da questi fatti appare che, protetto maggiormente il bacino dell' Isère dai venti meridionali della marina mercè le alte cime che lo separano da quello della Durance, il suo regime erasi naturalmente ridotto ad una specie di equilibrio coll'estinzione dei torrenti che vi confluiscono. Le sue piene, superiormente a Grénoble, si spandevano in ampia varice, e moderavasi con ciò il loro corso e la portata loro nei tronchi inferiori. Ma i miglioramenti agricoli introdotti in questi ultimi tempi modificarono quell' ordine di cose. Sotto Conflans, dopo il 1830, il fiume è stato pressochè in totalità ristretto fra argini sul territorio della Savoja, in lunghezza di 38 chilom. Promossa per tal modo la discesa delle ghiaje e rialzatosi il letto del fiume, s'accrebbero i danni delle inondazioni sul territorio francese, ove se ne prosegue l'arginamento. Il corso serpeggiante dell'Isère sopra Grénoble, della lunghezza di 23 chilom., verrà probabilmente raddrizzato con un accorciamento di 10 chilom. Anche il Drac, che dapprima vagava in ampio letto di tre a quattro chilom. di larghezza sopra 17 chilom. di lunghezza, avanti di confluire nell'Isère, venne arginato per gli ultimi dieci chilom., operazione che si è di già incominciata e che sarà mestieri proseguire eziandio nell' Isère inferiore per altri 16 chilom.

Le piene dell' Isère a Grénoble si calcolano della portata massima unitaria di 1300$^{m.c.}$, e quelle del Drac di circa il doppio. Queste però precedono le altre di modo, che alla foce nel Rodano la piena dell' Isère si calcolava finora di circa 1000$^{m.c.}$, avuto riguardo tanto alla successione delle piene parziali, quanto alla progressiva diminuzione della loro portata massima nei tronchi inferiori. Ma in conseguenza degli arginamenti operati, e che sono in corso d'esecuzione, venendosi ad accrescere tale portata di piena dell' Isère e ad anticiparsene la discesa, associata così a quella del Drac, si aumenterà in notevole misura alla foce nel recipiente comune.

La superficie del bacino dell' Isère è di chil. quad. 11700, e la sua portata in massima magra, dopo la confluenza del Drac, venne calcolata in 105$^{m.c.}$, lo che sarebbe indizio di copiose sorgenti (2).

4. L'Arve. — Continuando a risalire il Rodano dall' Isère fino al Lemano, gli influenti alpini sono tutti secondarj, ad eccezione dell'*Arve,* che confluisce sotto Ginevra, in prossimità dell' emissario. Quantunque l' origine di questa sulle falde del monte Bianco sia contigua a quella dell' Isère, le foci dei due fiumi trovansi alla notevole distanza di 330 chilom. La superficie del bacino dell'Arve è di 2000 chil. quad., e la portata delle maggiori sue piene si è calcolata in circa 800$^{m.c.}$ (3).

5. L'Ain. — Discendendo ora la riva destra del Rodano, dopo gli influenti minori *Valserine* e *Seran,* s'incontra l'*Ain,* che insieme ai primi trae la sua origine dalle pendici del Jura.

(1) Montrond, *Du Rhône et de ses affluents des Alpes.* Paris, 1847, pag. 170, 213. Vedi anche la tav. V della Memoria di Cenit, *Endiguement de l'Isère.* Grénoble 1851.

(2) Cenit, Memoria precitata, pag. 114.

(3) Giusta la misura del prof. Chaix nella Memoria precitata. *Bibl. Un. de Genève,* Janv. 1857.

e si dirige da settentrione a mezzodì a sboccare nel Rodano, 35 chilom. a monte di Lione. La superficie del suo bacino è di soli chil. quadr. 3800, ma, esposto all'azione dei venti della marina procedenti dalla valle principale del Rodano inferiore, le sue piene sono rapidissime e di notevole portata, che si fa ascendere a $3000^{m.c.}$; e ad esse sono principalmente attribuibili le inondazioni cui va soggetta la città di Lione per la parte bagnata dal Rodano.

6. La Sonna. — La *Sonna*, il cui bacino si estende alla notevole misura di 30670 chil. quad., ossia ad un terzo dell'intero bacino del Rodano, presenta caratteri distintivi, dovuti alla particolare costituzione del medesimo. Essendosi intrapresi fino dal 1844 studj statistici da apposita Commissione idrometrica residente in Lione, si potranno somministrare per questo fiume dati maggiormente positivi.

Il bacino della Sonna si divide in tre parti, e cioè, in quello del *Doubs*, della superficie di chil. quad. 7890; in quello della *Alta*, ossia *Piccola Sonna*, a monte della confluenza del Doubs presso Verdun, di chil. quad. 13310; e finalmente in quello della *Sonna Inferiore*, detta anche *Grande Sonna*, di chil. quad. 9470. Nella parte orientale vi fa limite, dapprima la catena del Jura, e di poi per breve tratto quella dei Vogesi; nella parte settentrionale un ramo di questi, al quale succedono i colli dell'altipiano di Langres; e nella parte occidentale il ramo della catena della Cevenne, che all'ultimo mette capo coi monti della Costa d'Oro (1).

Il *Doubs* ha le sue sorgenti nel Jura, in contatto a quelle dell'Ain; ma prende una direzione a ritroso da sud-ovest a nord-est, facendo un giro viziosissimo per ritornare parallelo a sè stesso a confluire nella Sonna a Verdun, in senso diametralmente opposto al primo suo tronco.

Se se ne eccettui la parte estrema da Dôle alla foce nella Sonna, ove ha un carattere vagante fra depositi di ghiaje, pel resto scorre generalmente il Doubs sopra fondo di rocce con moderato declivio; circostanza per la quale una porzione del suo corso venne utilizzata fino a Montbelliard, a tratte interpolate, in continuazione del canale navigabile apertosi dalla Sonna al Reno.

L'Alta Sonna prendendo origine in poca parte dai monti Vogesi, e principalmente da un altipiano con colli di poca elevazione, ha un corso di moderata pendenza, la quale per gli ultimi $^3/_5$ della sua lunghezza si limita a $^{0,15}/_{1000}$, raggirandosi fin dapprincipio fra boschi, e successivamente fra praterie. Alla confluenza del Doubs, l'Alta Sonna ha percorso un tratto di 200 chilom. ed il primo di 400; e riuniti i due fiumi a Verdun, proseguono per altri 168 chilom. fino a confluire nel Rodano sotto Lione colla caduta di soli $12^m,86$ in magra. Essa è talmente distribuita, che per i primi 137 chilom. la pendenza si riduce a 42 millimetri per chilometro, aumentandosi fino a 22 centimetri per gli ultimi 31 chilom. Per siffatte circostanze, una piena promossa da forte pioggia caduta nelle regioni superiori del Doubs o della Sonna, non propaga il suo colmo a Lione se non dopo cinque giorni, mentre quella dell'Ain vi giunge in meno di due giorni, essendovi per questo l'intervallo di soli 180 chilom. dalle sue sorgenti, ed avendo in conseguenza di ciò una pendenza forse tripla (2).

(1) Al bacino della Sonna si dà il nome di *Seno Borgognone*, notevole per la speciale sua condizione climaterica e geologica.

(2) Laval, *Sur les travaux de perfectionnement de la navigation de la Saône. — Annales des ponts et chaussées*, 1845, sem. 1.

Le pianure sommergibili adjacenti alla Sonna costituiscono una serie di estese praterie sulle quali si espandono con moderato corso le acque delle piene d'inverno, fertilizzandole col limo che vi depongono. Esse, mediante arginelli depressi, rimangono soltanto protette in qualche tratto dalle piene estive, che di solito si elevano a poca altezza.

Essendosi, come dissi, intrapresi dalla Commissione idrometrica di Lione studj statistici pel bacino del Rodano, e particolarmente per quello della Sonna, colla compilazione di efemeridi delle piogge cadute sulle diverse parti di questo dal 1844 in poi, ella ne ha pubblicato i riassunti giornalieri, contrapponendovi i deflussi della Sonna, dietro misure fatte all'idrometro di Trevoux, posto a 29 chilometri a monte della foce nel Rodano ed al disotto delle confluenze. Io mi sono prevaluto di que' dati per stabilire i rapporti fra la pioggia ed i deflussi, coll'avvertenza però d'incominciare soltanto dal 1.° ottobre 1844, al fine di eliminare le anomalie provenienti dal ritardo frapposto dalla neve ad affluire al fiume fino al suo disgelo, ritardo che in modi svariatissimi fa sentire i suoi effetti, attesa la moderata altezza de' monti, dall'ottobre al febbrajo ed anche al marzo. Senza questa avvertenza avveniva che talvolta, particolarmente nel febbrajo e nel marzo, il deflusso mensile superasse sensibilmente la quantità della pioggia per effetto del disgelo della neve caduta nei mesi anteriori. Mancandomi le osservazioni del 1852 e del 1853, mi sono arrestato al periodo settennale dal 1° ottobre 1844 al 30 settembre 1851.

Dal prospetto I, che qui unisco, rilevasi che la pioggia annuale sul bacino della Sonna corrisponde, per termine medio, ad uno strato di $0^{m},834$, e che essa cade in maggior copia nel semestre estivo aprile-settembre. Desumonsi pure i rapporti fra la quantità di pioggia ed i deflussi del fiume ne' varj mesi dell'anno, e la misura eziandio della evaporazione.

Il modulo della Sonna è di $432^{m.c.}$, ed il suo deflusso unitario in magra massima si ridurrebbe a soli $22^{m\ c.}$; mentre nelle maggiori piene pel periodo settennale preaccennato sarebbe asceso, nel 1850, a $2105^{m.c.}$, e nella memorabile piena del novembre 1840, giusta i calcoli de' quali si parlerà in appresso, a $3400^{m.c.}$.

Lo strato d'acqua equivalente al deflusso annuale distribuito sull'intero bacino sarebbe $0^{m},454$, quindi 0,532 di quello della pioggia.

Da tale prospetto rilevasi pure come il deflusso massimo si abbia nell'aprile, ed il minimo nel luglio. I dati statistici in esso raccolti serviranno più innanzi per ulteriori considerazioni.

7. Influenti inferiori a destra del Rodano. — Ripigliando il corso del Rodano a valle di Lione, dal versante orientale delle Cevenne discendono varj fiumi-torrenti, fra cui i più poderosi sono l'*Ardèche*, la *Cèze* ed il *Gard* o *Gardon*, i quali, come vedremo, sotto l'azione di venti sciroccali sono atti a porre in piena l'ultimo tronco del Rodano. La superficie del loro bacino va gradatamente dilatandosi, procedendo da Lione al mare, in guisa che, fino a Valenza, a metà circa della sua lunghezza, è di chil. quad. 2250: e di chil. quad. 7100 pel tratto successivo, ove la direzione delle valli principali imbocca lo scirocco; circostanza influentissima per renderne maggiori le piene.

8. Indole particolare del Rodano, cause delle sue piene. — Quantunque il corso del fiume sia generalmente rinserrato fra monti, sonovi varj tratti di estesa pianura alluviale sommergibile al disopra di Lione, ed in maggior misura a valle della Drôme. Essa si dilata

particolarmente verso la foce, ove trovasi anche l'isola detta la Camargue, interposta ai due bracci estremi del Rodano, la quale ne costituisce il delta.

Partendo dall'altipiano della Croce Rossa, Lione, per la parte principale, è costrutta sopra una lingua di terra in forma di penisola, che si ristringe alla larghezza di 500 a 600^{m}, fra la Sonna ed il Rodano, in lunghezza di 2800^{m}. Pei successivi due chilometri la penisola stessa, che termina in punta al luogo della confluenza, prende il nome di Perrache.

Un quartiere della città, dal quale questa ebbe origine, è disposto sulla costiera a destra della Sonna, cui succedono a monte i sobborghi di *Vaise* e di *Serin*, il primo a destra ed il secondo a sinistra del fiume. Quelli dei *Brotteaux* e della *Guillotière* sono collocati alla sinistra del Rodano sopra una pianura sommergibile, e gli altri di S. Clair e della Croce Rossa a destra, sull'altipiano di questo nome.

Alimentato il Rodano da poderosi influenti delle grandi Alpi e da altri provenienti da montagne e da colline di moderata altitudine, i quali concorrono colle piene in tempi svariatissimi, ne risulta per esso un carattere misto, che giova, come dissi, a renderlo perenne a vantaggio di una navigazione attivissima, malgrado la rapidità del suo corso. Ad accrescere l'importanza di questa, oltre alla posizione geografica, ha contribuito in grado sommo l'arte, col migliorare negli ultimi tempi il corso della Sonna, e coll'unirla al Reno, alla Loira ed alla Senna mediante il canale dal *Rodano* al *Reno*, e quelli del *Centro* e di *Borgogna* (A).

Mentre i due fiumi che bagnano la città più industre e popolosa della Francia, dopo Parigi, le arrecano immenso beneficio col formarne il più importante scalo commerciale; nelle loro irruzioni, che in questi ultimi tempi sono state frequenti e di una misura che dichiarasi non conosciuta in addietro, le apportarono immensi danni. Questi sono a ripetersi principalmente da cause naturali, cui l'arte però non è del tutto estranea; imperocchè, in quanto al Rodano, mentre superiormente a Lione si dilata in ampio letto, giunto alle mura della città, si ristringe all'insufficiente misura di 208^{m}. E la Sonna pure, che superiormente scorre in un letto largo almeno 200^{m} fra alte costiere, vi si rinserra ad una metà di tale larghezza nell'interno di Lione, con viziose svolte e coll'impedimento di sette ponti, i quali concorrono a ristringere la sezione delle piene, dando luogo ad una serie di salti. Per siffatta guisa, la piena straordinaria della Sonna del 1840 al ponte di Serin sopra Lione si è innalzata alla straboccheyole misura di 10^{m},65, mentre all'estremo a valle della città, ove corrisponde il ponte di Ainay, la piena non oltrepassò i 6^{m},45 in distanza di 2800^{m} soltanto, riducendosi a 6^{m} alla foce, dopo altri 2600^{m}.

Indipendentemente da queste circostanze locali, a disastri simili soggiacquero le città di Valenza, d'Avignone, di Tarascon, ed in generale tutte le adjacenze del Rodano e della Sonna, e quelle pure della Loira e di altri principali fiumi della Francia, particolarmente nell'autunno del 1846 ed ai primi di giugno del 1856.

La voce pubblica, considerando quest'ordine di cose siccome anormale, ne attribuiva quasi esclusivamente la causa ai diboscamenti de' monti ed all'arginamento de' fiumi, per cui con maggiore rapidità affluiscono le loro piene. Gli uomini dell'arte ed i dotti che si occuparono di questo argomento, dichiaravano che in ciò eravi esagerazione, e fra questi il signor De Gasparin, in una pregevole Memoria sulle piene del Rodano, letta

all' Istituto di Francia il 22 gennajo 1844 [1], espone le ragioni cui appoggia l' opinione che le cause preaccennate possano bensì essere influenti in date località, ma che non sieno da considerarsi generali. E rispetto alla elevazione delle piene, mentre dimostra non essersi alterata in tempi storici la posizione del fondo del Rodano, nota come s' incontrino lunghesso il medesimo alluvioni di formazione moderna, le quali non vennero coperte dalle acque nella straordinaria piena del 1840. Da ciò si può inferire che anteriormente sonosi avute piene di maggior portata ancora. Circa poi all'azione dei venti per promovere le piene del Rodano, egli osserva essere quelli del sud, e più ancora di sud-est (scirocco) che apportano piogge diluviali dopo avere percorso una considerevole estensione di mare, per cui giungono saturi di vapore; mentre quelli di sud-ovest attraversando la Spagna, vi scaricano in parte la loro umidità.

L' incontro del vento del nord con quelli meridionali accresce la precipitazione delle piogge, particolarmente se questi hanno soffiato per qualche tempo, e quindi impregnata in notevole misura l' atmosfera di vapori.

I venti di sud-est investono la catena delle Cevenne alla destra del fiume, rimanendone difese le valli del versante sinistro alpino al di sopra della Durance, le quali sono invece aperte ai venti di sud-ovest e di nord-ovest. I venti del sud si dirigono nell'asse della valle fino a Lione e proseguono per quella della Sonna ad essa continuativa, e con lieve deviazione a destra per quella dell'Ain. Ma se sopraviene il vento del nord, questo respinge ora a destra ora a sinistra i vapori accumulati dagli altri, e promove così le piene degli influenti sull'uno o sull'altro versante.

Se le piogge giungono al termine dell'estate, quando la terra è arsiccia ed atta ad assorbirle, non avvengono piene; ma se ad esse succedono quelle dell'autunno, sono inevitabili in allora gli straripamenti. Anche nel maggio le piogge possono produrre effetti analoghi, per essere il terreno impregnato delle acque penetratevi nell'inverno.

Dopo una siccità di parecchi anni, i venti umidi meridionali hanno un'azione minore che non sia dopo una serie di anni piovosi, trovandosi in quest'ultimo caso l'atmosfera maggiormente satura di umidità.

Le più notevoli piene di questo secolo si sarebbero avute, secondo lui, negli anni 1803, 1810, 1811, 1840, 1841, 1842, 1843, per gruppi frammezzati da lunghi intervalli di calma. Egli farebbe dipendere ciò da una certa quale periodicità che si osserva nella prevalenza di venti di rombi diversi, giusta le osservazioni istituite in Milano su tale argomento dal nostro astronomo De Cesaris dal 1763 al 1838 [2].

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des sciences.*

(2) Il sig. Babinet dell'Istituto di Francia, in un articolo inserito nel *Journal des Débats* del 17 luglio 1857, osserva che in via ordinaria il vento d'ovest, proveniente dall' Oceano Atlantico, che è controcorrente dei venti alisei tropicali d'est, attraversa la Francia, l'Europa meridionale e l'Asia centrale per mescersi ancora alla corrente orientale. Da una serie d'anni la corrente dei venti d'ovest sarebbesi mano mano portata verso il nord, attraversando il Baltico e la Germania settentrionale, quando improvisamente, sul cadere del maggio 1856, si è restituita alla direzione primitiva. E siccome ebbe per tal modo ad incontrare altre correnti che non eransi per anco ad essa associate nella loro direzione, all'urto di esse attribuisce la precipitazione della straordinaria copia di vapore trasportato da quel vento tiepido ed umido, da cui derivarono le piogge diluviali che desolarono la Francia colle inondazioni. Aggiunge, che essendosi ora ridotte le cose allo stato normale, per lungo tempo non sono a temersi disastri dipendenti da tal causa.

In quell'articolo il dotto autore entra in particolari per spiegare in qual modo avvenga il fenome-

Alle piene di sopra mentovate sarebbero però da aggiungersi quella del 1801, indicata dall'ingegnere Surell siccome massima ad Arles [1], quelle del 1812 e del 1825, menzionate nel *Dizionario Geografico Universale* all'art.° *Lione*, e quelle del 1827 e del 1839, accennate dallo stesso signor De Gasparin nella sua Memoria.

La valle del Po è essa pure esposta ai venti della marina di est e sud-est, e le piene di esso per questo secolo avrebbero seguita la stessa legge, e sarebbero state quasi contemporanee a quelle del Rodano. Vedonsi di fatti ripetersi a brevi intervalli negli anni 1801, 1807, 1810 e 1812, e dopo una calma di undici anni ripigliare negli anni 1823, 1825, 1827 e 1829. Dopo altri dieci anni di calma, si sono ripetute annualmente dal 1839 al 1842, coincidenza che scorgesi anche per la piena posteriore del 1846, di cui si parlerà in appresso.

Da siffatta corrispondenza verrebbe sempre più dimostrato che la frequenza delle piene, tanto per la valle del Rodano quanto per quella del Po, dipenderebbe prevalentemente da combinazioni meteoriche comuni ad entrambe, potendo del resto le circostanze locali, quali sarebbero i diboscamenti, i miglioramenti agricoli, e particolarmente gli arginamenti progressivamente protratti ne' tronchi superiori, influire ad aggravarne la misura.

Rispetto al Po, ho di già osservato in scritti anteriori come le piene procedano con un certo ordine, incominciando da quelle de' fiumi torrenti dell'Apennino, cui succedono i fiumi alpini del Piemonte, e finalmente quelli lacuali della Lombardia, che ne determinano il colmo. I soli torrenti dell'Apennino non potrebbero cagionare una piena massima del Po, limitandosi la loro azione a rendere più poderose le piene nei tronchi inferiori al confronto dei superiori, ove essa è minore. Vedesi però sempre osservata la legge di una progressiva propagazione del colmo della piena del Po da monte a valle, in guisa di impiegare circa due giorni per procedere dalla foce del Ticino a quella del Mincio, e due giorni e mezzo per raggiungere Pontelagoscuro, alle rispettive distanze di 220 e di 293 chilometri.

Prendendo invece ad esaminare le piene del Rodano, non scorgesi per queste una legge analoga, dipendentemente dalla considerevole portata de' suoi influenti prossimi alle foci, atti a cagionare da soli in esso una piena massima.

9. Cenno sulle piene avvenute dal 1840 al 1856. — L'esame delle circostanze che accompagnarono le piene del 1840, del 1846 e del 1856, malgrado la mancanza di molti dati per la prima e per l'ultima, gioverà a dimostrare la cosa.

Nel 1840 la piena massima del Rodano a Lione, e cioè al ponte Morand, nella parte superiore della città, si ebbe il giorno 31 ottobre, e due giorni dopo la si ebbe ad Avignone con notevoli rotte d'argini a piena crescente, le quali, giusta il signor De Gasparin, possono averne ribassato il livello di oltre cent. 80. Mi mancano le osservazioni

no. E quantunque io debba confessare di non aver potuto formarmi un'idea precisa di tale spiegazione, ad ogni modo sarebbe così stabilito da lui il fatto, che quelle piogge e le conseguenti piene de' fiumi fossero promosse da un vento d'ovest, a differenza di quanto avvenne nel 1846 e negli anni anteriori per la valle del Rodano, le cui piene dipendettero in allora da venti meridionali. A questi sarebbero pure da attribuirsi le piene straordinarie de' fiumi che discendono dai versanti orientale e meridionale delle Cevenne, avvenute in tre riprese il 10, il 25 settembre ed il 5 ottobre 1857, le quali portarono la desolazione, particolarmente al dipartimento dell'Ardèche.

(1) Memoria precitata, pag. 18.

idrometriche al ponte Morand, ma dal ragguaglio che l'ingegnere Laval dà della piena della Sonna [1], rilevasi, che il 31 ottobre, al punto di confluenza, ove corrisponde il ponte della Mulatière, a 4500^{m} a valle dell'altro, la piena era giunta a 5^{m},65; che il 1.° novembre era discesa a 4^{m},70; e che il 4 novembre, per la sopravenienza di quella della Sonna, erasi nuovamente alzata fino a 6^{m}. Questa non poteva propagarsi ad Avignone che nel giorno 6 novembre, quattro giorni quindi dopo il colmo della piena colà avvenuta, ed avrebbe influito così ad aggravare soltanto lo stadio di piena decrescente.

Il lago di Ginevra, che ne' giorni 28 e 29 ottobre trovavasi a pol. 32 sullo zero (0^{m},87), quindi in istato ordinario, crebbe di poi in moderata misura, portandosi il 30 a pol. 34,4, ed il 2 novembre a pol. 36,5 (0^{m},99).

L'Isère ebbe una piena notevole, essendosi elevato a Grénoble a 3^{m},50 sullo zero, quindi a soli cent. 20 sotto la massima di questo secolo, avvenuta nel 1816.

La piena più straordinaria fu quella della Sonna, attribuita in maggior misura a quella del Doubs. Essa per altro, come dissi, non giunse col suo colmo al Rodano se non il 4 novembre. E poichè l'Ain ha le sorgenti nel Jura contigue a quelle del Doubs, pressochè sulla direzione della valle inferiore del Rodano, si è condotti a conchiudere, che alla piena parziale dell'Ain, promossa dal vento meridionale, sia attribuibile principalmente la piena del 31 ottobre a Lione; e che l'azione successiva dei venti del nord vi abbia fatto concorrere gli influenti alpini, e particolarmente l'Isère. Questa induzione collimerebbe colle osservazioni fatte dall'ingegnere in capo Mondot de la Gorce il 31 ottobre, avendo egli determinato in 1860$^{m.\,c.}$ la portata della piena del Rodano al così detto *Salto*, 28 chilom. a monte della foce dell'Ain; e dai 5600$^{m.\,c.}$ a 6200$^{m.\,c.}$ la piena del Rodano a Lione; per cui quella dell'Ain sarebbe da sola ascesa dai 2500 ai 3000$^{m.\,c.}$. Il sig. Vallée troverebbe eccessiva questa misura [2]; ma se si consideri la notevole pendenza dell'Ain, l'esposizione del suo bacino ai venti meridionali, e l'effetto che questi cagionarono su quello del Doubs, non dovrà destare meraviglia che la sua piena sia giunta a tanto, lo che potrà trovare appoggio nei fatti che si esporranno in appresso.

Nella piena dell'ottobre 1846 i fenomeni si sarebbero manifestati con ordine diverso, siccome dimostrerò con dati maggiormente positivi, che potei raccogliere per essa. Nell'adunanza del 5 novembre successivo di questo Corpo accademico, io diedi un cenno dei disastri in allora avvenuti in Francia, ed un ragguaglio di quelli cui soggiacque la valle del Po, il quale da Pavia a Casalmaggiore ebbe una piena che soverchiò tutte le anteriori conosciute. Osservai come nel giorno 17 ottobre incominciasse a spirare uno scirocco caldissimo, accompagnato da pioggia diluviale, e continuasse fino al mattino del 18, nel quale alle ore sei antimeridiane il termometro di Réaumur segnava 14°, mentre in quello dei giorni antecedenti era disceso a 5° ed anche a 4°. Notai come il lago Maggiore si fosse elevato nella straordinaria misura di 1^{m},42 in ventiquattro ore dal 17 al 18, e come perciò la piena de' fiumi che vi concorrono, malgrado la limitata superficie del loro bacino, avesse dovuto nel suo colmo approssimarsi in portata a quella massima del Po. Da informazioni di poi raccolte, venni a rilevare come la piena si dovesse principalmente alla

(1) Laval, *Note sur la crue extraordinaire de la Saône dans les premiers jours du mois de novembre* 1840. — *Annales des ponts et chaussées*, 1841. semestre II.

(2) Memoria precitata, pag. 90.

Toce, il cui bacino è maggiormente esposto allo scirocco, mentre quella del Ticino propriamente detto non sarebbe stata di gran momento [1].

Dal rapporto 17 febbrajo 1847 della Commissione idrometrica di Lione risulta che anche il 20 settembre era caduta una pioggia diluviale nella valle del Rodano, e particolarmente in quella dell'Ardèche, essendo giunta a 227 millim. a *Privas*, città centrale di quel dipartimento sul versante destro della valle del Rodano, ove notevole sarebbe stata altra pioggia caduta il giorno 29. Straordinario poi si fu l'uragano sopraggiunto dal 17 al 18 ottobre, promosso da un vento caldissimo di sud-est, durante il quale a *Valenza* caddero in 60 ore 170 millim. di pioggia, e 228 millim. in 40 ore a *Privas*.

Nel prospetto II presento le osservazioni idrometriche praticate dal 15 al 21 ottobre a Ginevra, a Lione e ad Arles sul Rodano; a Grénoble, a Die ed a La Saulce per l'Isère, la Drôme e la Durance; ed a Trevoux per la Sonna. Da tali osservazioni risulta, che mentre ad Arles la piena del Rodano è giunta a $5^{m},04$ sulla magra, quindi a cent. 23 sotto la massima del 1801, i principali suoi influenti preaccennati avrebbero avuto una piena meno che ordinaria. Concedasi pure che a rialzare la piena ad Arles abbia contribuito la circostanza di rimanere superiormente contenuta da argini riparati e rialzati dopo quella del 1840, mentre durante questa, e probabilmente anche nel 1801, sarebbero avvenute rotte che avrebbero divertite in notevole copia le acque dal fiume, e per tal modo ribassata la piena ad Arles; ma è d'altra parte osservabile che al livello ivi stabilito di massima piena il fiume convoglia al punto di biforcazione circa 10,000 met. c. per $1''$ [2]. Egli è quindi naturale l'inferirne, che la piena del Rodano inferiore il 19 ottobre 1846 era di una portata unitaria di circa $9500^{m.c.}$; che il Rodano superiore e la Sonna non vi contribuirono che per $2000^{m.c.}$ circa; e supposto che $2500^{m.c.}$ vi apportassero l'Isère, la Drôme, la Durance e gli altri influenti a sinistra con quelli a destra superiormente a Valenza, avuto in ciò riguardo a qualche aumento di portata ne' loro tronchi inferiori per la maggior pioggia caduta verso il fondo della valle; il *Gardon*, la *Cèse* e l'*Ardèche* vi sarebbero concorsi prossimamente per $5000^{m.c.}$. Dunque pochi influenti secondarj, il cui bacino complessivo giunge appena a 7100 chil. quad., quindi ad una tredicesima parte di quello dell'intero fiume, sotto l'azione dei venti piovosi meridionali possono contribuire la metà della portata del Rodano in piena massima, e determinare questa col solo concorso degli altri tributarj in istato di piena ordinaria; nel che, per le cose dianzi esposte, devono avere influito le piogge diluviali del settembre antecedente, dalle quali venne saturato di umidità il terreno [3].

(1) Giusta una scala idrometrica presuntiva del Ticino, all'emissario presso Sesto Calende l'efflusso unitario medio dal 17 al 18 ottobre sarebbe stato di metri cubici 1089,50, e l'integrale in 24 ore, di metri cubici 94,133,000, cui aggiunto l'incremento delle acque del lago in altezza di $1^{m},42$ per la superficie di 200 chilom. quad., dante metri cubici 284,000,000, se ne avrebbe l'afflusso integrale di metri cubici 378,133,000, al quale corrisponde l'afflusso unitario medio di $4379^{m.c.}$. L'incremento orario dal 16 al 17, come pure dal 18 al 19, fu di cent. 2; e di cent. 6 dal 17 al 18. Si può quindi supporre che quest'ultimo abbia variato fra i limiti di cent. 3 e di cent. 9. In tal caso, nel massimo afflusso le acque del lago si sarebbero aumentate di $18,000,000^{m.c.}$ in un'ora, e supposto per questa l'efflusso medio, sarebbe esso stato di $3,922,000^{m.c.}$ Quindi l'afflusso integrale in un'ora avrebbe raggiunto il limite massimo di $21,922,000^{m.c.}$, che dà quello unitario di $6089^{m.c}$, pari prossimamente alla portata massima del Po in piena.

(2) Surell, Memoria precitata, pag. 17.

(3) In una recente lettera da Pont S. Esprit, posto sul Rodano presso la foce dell'Ardèche, mi si an-

Ciò che è avvenuto per que' fiumi torrenti, potrebbe verificarsi più agevolmente ancora per la Durance, il cui bacino pressochè doppio (chil. q. 13400), è egualmente esposto all'azione dei venti della marina. E tanto più quando questi fossero caldi e comunicassero il loro tepore alle piogge sulle alte regioni, promovendo così la rapida liquefazione delle nevi che ricoprono le sue cime; fenomeno frequente anche per effetto di temporali [1].

La piena del 1.° novembre 1843, che a Beaucaire raggiunse il livello di quella del 1840, dal sig. De Gasparin si attribuisce quasi esclusivamente alle piene parziali della Durance e dell'Ardèche [2].

Se i fiumi torrenti dell'Apennino non fanno altrettanto per il Po, quantunque abbiano un bacino che supera il sesto di quello del comune recipiente, lo si deve alla circostanza che $^4/_{10}$ del primo corrispondono alla vasta pianura interposta, nell'attraversare la quale si moderano le piene della parte montuosa, mentre questa pel Rodano è addossata al fiume [3].

Venendo ora a parlare della piena del 1856, quantunque abbia a limitarmi ai pochi dati di fatto, per lo più vaghi, ricavati dai pubblici fogli, pure si potranno dedurne conseguenze che sarebbero in consonanza colle precedenti considerazioni.

L'inondazione di Lione è avvenuta il 31 maggio, alzandosi il fiume a cent. 20 sulla piena del 1840, colla rottura dell'argine dei Brotteaux, e la conseguente inondazione del sobborgo della Guillotière a sinistra [4]. Il 1.° giugno il Rodano sarebbesi abbassato di un metro a Lione, partendo dalle 9 pom. del giorno antecedente [5]. Ad Avignone la piena avrebbe superato di $1^m,50$ quella del 1840, ed a Beaucaire sarebbesi elevata il 31 maggio a $7^m,95$ sulla magra, quindi ad $1^m,70$ sulla piena del 1840, con rottura degli argini [6]. La piena massima perciò sarebbe stata contemporanea a Lione ed a Beaucaire, mentre per propagarsi a quest'ultimo punto sarebbesi richiesto l'intervallo di due giorni.

Il Lemano il giorno 27 maggio trovavasi a pol. 43; il 28, a pol. 47; il 29, a pol. 50: ed il 30, a pol. 54 ($1^m,46$), conservandovisi il 31 ed il 1.° giugno. Dalle ore 10 pom. del 28 alle 8 ant. del 30, sotto l'azione prevalente del vento di nord, è caduta a Ginevra una pioggia diluviale di millim. 103. La piena degli affluenti del lago sarebbe quindi stata di poco momento per questa causa, imperocchè dalla notte del 28 alla mattina del 30 esso sarebbesi alzato non più di 6 pollici ($0^m,16$), per rimanere stazionario; mentre l'alzamento dovuto direttamente allo strato della pioggia caduta sulla sua superficie avrebbe oltrepassato i $0^m,10$ [7].

L'Arve il giorno 29 a mezzodì si è alzata sotto Carouge a $2^m,60$ sullo zero, livello di piena notevole, la cui portata unitaria si calcola in $700^{m.\,c.}$ [8]. Anche la *Bourbre*, influente alpino superiore a Lione, avrebbe avuto una piena considerevole.

nunzia che, in occasione della straordinaria piena di questo del 10 settembre 1857, il Rodano si è ivi alzato fino a $0^m,44$ sotto la piena 1840; e $0^m,89$ sotto la massima del 1856.

(1) Surell, *Étude sur les torrents des Hautes Alpes*. Paris, 1841, pag. 108.

(2) Memoria precitata: *Comptes rendus*, 1844.

(3) La piena de' fiumi torrenti dell'Apennino all'uscita dalle gole de' monti, ove incontra la pianura, è pressochè tripla in portata di quella che si ha alla foce in Po, ove supplisce la maggior durata.

(4) *Journal des Débats*, 3 giugno 1856.

(5) *Moniteur universel* del 3 giugno.

(6) *Journal des Débats* del 4 e del 6 giugno.

(7) *Bibl. Univ. de Genève*, fasc. di giugno e luglio 1856.

(8) Misura eseguita dal prof. Chaix, Mem. precit., *Bibl. Univ de Genève*, fasc. di gennajo 1857.

La Sonna a Châlons sarebbesi alzata, per termine massimo, a 6^m,65 sulla magra, quindi a 0^m,75 sotto la piena del 1840. Sembra essere ciò avvenuto dal 3 al 4 giugno, indicandosi che a Lione continuava a crescere presso la confluenza il 6; quindi sette giorni dopo la piena massima del Rodano [1]. Mentre nel 1840 la piena della Sonna inferiore dal signor Laval si attribuiva principalmente a quella del Doubs, ora si disse dipendere da quella della Sonna superiore, che a S. Jean de Losnes avrebbe oltrepassata l'altra.

L'*Isère* sarebbesi elevato a 3^m,80 sulla magra a Grénoble, quindi cent. 10 sulla piena del 1816, massima in questo secolo; ed aggiuntavi quella della Romanche, tributaria del Drac, che ivi influisce al di sotto della città, sarebbesi appunto avuta una piena straordinaria a Romans presso la foce nel Rodano. La Durance nella parte alta avrebbe tagliata la strada da Gap a Briançon [2].

Dal complesso di questi fatti si raccoglie che la piena del Rodano inferiore avrebbe in misura notevole superate le piene anteriori preaccennate, concorrendo in ciò la circostanza di essere stata, per quanto sembra, contenuta dagli argini presso al suo colmo; lo che non sarebbe avvenuto nel 1840. Il suo massimo poi avrebbe di quasi due giorni anticipato la propagazione del colmo della piena da Lione, per cui devesi attribuire all'azione prevalente dei tributarj inferiori Isère e Durance. Dell'Ardèche non si fa menzione nei fogli pubblici; accennandosi soltanto la straordinaria piena degli influenti superiori delle Cevenne più prossimi a Lione [3].

Ed in quanto alla causa, pare doversi attribuire a piogge diluviali promosse, per un caso non comune, da un vento caldo d'ovest, che soverchiando le Cevenne ha investito contemporaneamente tutta la linea occidentale delle grandi Alpi, il Jura ed i Vogesi, cui si associò con pari effetto altro vento di nord, che si rivolse contro il monte Bianco, senza estendersene l'azione al Vallese [4].

10. Cenno idrografico della Loira. — Venendo ora a parlare delle straordinarie piene cui soggiacque contemporaneamente la Loira nel 1846 e nel 1856, gioverà premettere un cenno sull'idraulica condizione di questa.

In prossimità delle sorgenti dell'Ardèche, dalla catena delle Cevenne, la quale accompagna il Rodano fino a Lione e di poi la Sonna, se ne stacca un ramo detto *le Montagne del Forez*, ed altro ramo più occidentale, che termina cogli alti monti dell'Auvergne. Nelle valli intermedie a questi tre rami scorrono, partendo dalle loro sorgenti, a destra la Loira ed a sinistra l'Allier, che si congiungono al così detto Becco d'Allier sotto Nevers. Dopo aver toccato Orléans, Blois e Tours, la Loira viene ingrossata, a destra dalla Sarthe, ed a sinistra dal Cher, dall'Indre e dalla Vienna, gettandosi nell'Oceano sotto

(1) Nel *Journal des Débats* dell'8 giugno dicesi che, giusta il giornale della *Saône et Loire*, di cui non s'indica la data, la quale dovrebbe essere del 6, la *Sonna* incominciava a decrescere: *Jeri sera al ponte di Châlons era a* 6^m,30, *quindi* 35 *centim. sotto l'altezza dell' ultima piena*. Devesi dunque supporre che ne'giorni anteriori sia giunta a 6^m,65, mentre nel novembre 1840 sarebbe stata ivi di 7^m,40. Veggasi eziandio il *Moniteur* del 7 giugno.

(2) *Moniteur* del 5 giugno.

(3) *Journal de Vienne* del 1.° giugno.

Se, giusta la recente notizia sulla piena dell'Ardèche e del Rodano, avvenuta il 10 settembre 1857, risulta che a Pont S. Esprit la piena del 1856 ha superato quella del 1840 di soli 0^m,45, mentre la maggiore altezza ad Avignone, posta cinque chilometri a monte della foce della Durance, fu di 1^m,50; e di 1^m,70 a Beaucaire, diciannove chilometri a valle della foce stessa, si vedrebbe così confermato che la Durance vi ha contribuito in misura prevalente.

(4) Vedi la nota relativa al § 8.

Nantes. Per l'estensione del suo bacino, questo fiume è il più importante della Francia, misurando niente meno di 117,000 chil. quad., di modo che supera pressochè di $^3/_4$ quello del Po, di un terzo quello del Rodano, ed equivale a $^{22}/_{100}$ dell'intera superficie della Francia. Avendo la Loira le sue sorgenti esclusivamente nelle Cevenne, nei monti dell'Auvergne, di notevole altitudine ma senza ghiacciaj, e ne'colli della Normandia, le sue piene avvengono di solito dall'ottobre all'aprile, riducendosi nell'estate in magra, che è pronunciatissima ne'tronchi superiori, ove alla minor portata si associa un declivio maggiore. Questo è, per termine medio, di $^{0.51}/_{1000}$ da Roanne ad Orléans, e di $^{0.26}/_{1000}$ da Orléans alla foce. È meritevole d'osservazione la circostanza che, mentre fino al Becco d'Allier tanto la Loira quanto l'Allier scorrono incassati fra monti alimentati da influenti torrentizj che promovono le maggiori piene della Loira inferiore, quantunque procedenti da bacini che non raggiungono in superficie il quinto dell'intero bacino del fiume, da quel punto passando per Orléans, Blois e Tours fino alla confluenza del Cher, in lunghezza di 280 chilometri, la Loira non riceve alcun tributario di qualche considerazione, se se ne eccettui il *Beuvron*, che insieme al *Cosson* scarica a sinistra le pluviali dell'altipiano della Bassa Sologna. Fra Tours e Saumur invece, nella sola tratta di 35 chilometri, riceve a sinistra i tre influenti Cher, Indre e Vienna, il cui bacino complessivo oltrepassa il terzo del totale. Le piene di questi sono maggiormente calme, attesa la minore elevazione de' monti ove hanno le sorgenti, e la notevole distanza di queste.

Sotto Enrico IV fu iniziata la costruzione del primo canale della Francia a *conche* ed a punto di partizione, detto di *Briare*, che unisce la Loira da Briare al *Loing*, quindi alla Senna, cui poco dopo se ne aggiunse un ramo verso Orléans per la più comoda comunicazione colla Loira inferiore; e sul cadere dello scorso secolo altro canale si costrusse, come abbiamo di già osservato, detto *del Centro*, che congiunge l'alta Loira alla Senna, partendo da Digoin (A). Ma siccome per quasi nove mesi dell'anno riusciva impraticabile la navigazione della Loira da questo punto a Briare, si è costrutto da ultimo il canale laterale alla Loira da Briare a Roanne onde provedere a tale difetto; ed una terza comunicazione si è aperta dalla Loira alla Senna mediante il canale del Nivernese, che mette capo all'Yonne, influente della Senna stessa, dopo averne seguito lateralmente il corso superiore.

Le pianure adjacenti alla Loira presentano il più ridente aspetto, e generalmente sono ricche di prodotti del suolo. Esse sotto Nevers sono protette da argini insommergibili, per la più parte addossati al fiume.

Quello stesso uragano che dal 17 al 18 ottobre 1846 cagionò una piena massima del Po e del Rodano inferiore, propagandosi attraverso alle Cevenne nel bacino della Loira superiore, apportò, come si disse, sul corso di questa immensi disastri, che furono poi in notevole misura sorpassati dalla piena avvenuta ai primi di giugno del 1856.

11. Dighe di Pinay e della Roche, colle quali si è moderata la piena dell'Alta Loira nel 1846. Della prima di esse piene, in quanto concerne la Loira superiore, ha dato un interessante ragguaglio l'ingegnere in capo Boulanger [1], dimostrando che essa avrebbe potuto essere assai più disastrosa, qualora il corso delle acque non fosse stato moderato dalle cosi

(1) Boulanger, *Sur les inondations de la Loire*, etc. — *Annales des ponts et chaussées*, 1848. sem. II.

dette dighe di *Pinay* e della *Roche*, che ridussero momentaneamente la *Pianura del Forez* alla condizione di lago. Questa pianura si estende da Feurs fino al disotto di Balbigny, in lunghezza di circa 9 chilometri, dopo di che va contraendosi il corso della Loira fra strette gole di monti. Allo scopo di facilitare la navigazione, sul principio dello scorso secolo eransi distrutti alcuni scogli che arrestavano la corrente, al punto di farla rigurgitare in occasione di notevoli piene nella pianura preaccennata. Nel 1709 avvenne una piena estiva che distrusse i prodotti del suolo della *Valle d'Orléans* (1); e siccome conoscevansi gli ottimi effetti che si erano avuti in addietro per moderare le piene dagli impedimenti stati tolti, dietro autorizzazione del re, con decreto 23 giugno 1711 del Consiglio della Generalità di Lione venne ordinata la costruzione di tre dighe di ristringimento, una detta di *Pinay*, la seconda della *Roche* e la terza di *S. Maurice*, lo che ebbe luogo in quella estate per le prime due, essendosi tralasciato di costruire la terza. In un antico disegno del 1711 è data la descrizione di que' manufatti, indicandosi che il loro scopo precipuo era appunto di ritardare, a difesa dei territorj inferiori, l'afflusso della piena della Loira, in guisa che il suo colmo non coincidesse con quello della piena dell'Allier. Ivi si osserva pure che il deposito del limo delle acque così arrestate avrebbe avvantaggiata la condizione della pianura momentaneamente inondata.

All'atto dell'esecuzione dei lavori si è alquanto variata la forma di tali dighe. Quella di Pinay consiste in due pile di muro fondate sullo scoglio, le quali si alzano a 15^m sulla magra, lasciando fra loro un intervallo di soli 20^m. La pila destra è accompagnata fino al suo coronamento da un muro d'ala che si congiunge al monte e serve di sfioratore, in lunghezza di 76^m.

La diga della *Roche* è formata, a sinistra dal monte a picco, ed a destra da un alto scoglio isolato, su cui erasi eretto un forte; e che venne riunito al monte mediante un muro d'ala alto 18^m sulla magra, il quale serve pure quale sfioratore in lunghezza di 45^m. La sezione libera del fiume risultò ivi della larghezza di 21^m al livello di magra, e di $31^m,60$ all'altezza di 21^m.

Nella piena del 18 ottobre 1846 le acque si alzarono alla diga di *Pinay* $18^m,80$, ed a quella della *Roche* $21^m,46$ sulla magra, sovrechiando lo sfioratore della prima in altezza di $4^m,0$ con un salto di $2^m,92$, e quello della seconda in altezza di $3^m,43$ con un salto di 6^m.

Nel prospetto III presento le misure ed i livelli della pianura del Forez e del tronco successivo del fiume, comprendente le due dighe, colla indicazione dei livelli di magra e di piena, dai quali si deducono le modificazioni cui soggiacque la pendenza del pelo d'acqua pel rigurgito cagionato da que' manufatti. Ho aggiunto le osservazioni idrometriche praticate durante la piena al ponte di Feurs, al disopra della parte rigurgitata; a Balbigny, verso l'estremo a valle della pianura; ed a Roanne, non avendosi del resto che il solo livello di piena massima per le due dighe summentovate.

Il signor Boulanger, avendo rilevato, con appositi profili, richiamati in esso prospetto, l'ampiezza e la forma della pianura stata ridotta alla condizione di lago per effetto di quelle dighe, osserva che il volume delle acque per tal modo trattenute sarebbe asceso

(1) Dumont, *Des travaux publics dans leurs rapports avec l'agriculture*. Paris, 1848, pag. 363.

Nota al rapporto fatto alla Camera dei deputati dal sig. Collignon sulle inondazioni del 1846.

a 108 milioni di met. cub., fatta deduzione della parte che si fosse scaricata senza di essa. L'invasamento delle acque avrebbe durato 16 ore nel colmo della piena della Loira, e corrisponderebbe per termine massimo ad un deflusso unitario di $3646^{m.c}$. E siccome, giusta il calcolo dell'ing. Vauthier, la piena a Roanne sarebbe giunta alla portata massima di $7300^{m.c}$; senza l'azione delle dighe sarebbesi questa accresciuta forse di tre quarti della detta quantità di $3646^{m.c}$, oltrepassando $10000^{m.c}$; avuto anche riguardo alla riduzione della portata massima della piena mano mano che si distende da monte a valle. L'altezza di $7^{m},42$ avutasi a Roanne sarebbesi in tal caso aumentata di $1^{m},60$ circa, giungendo così a $9^{m},0$.

Se sta la misura di piena preaccennata [1], devesi considerare l'evento siccome veramente straordinario, fatto calcolo della superficie del bacino scolante a monte di Roanne, che, giusta lo stesso Vauthier, è di soli chil. quad. 6400, pari cioè a quello del Ticino; e della circostanza eziandio, che la più parte degli influenti a destra, superiormente alla pianura del Forez, non ebbero piena di qualche momento, come lo dichiara lo stesso signor Boulanger.

E poichè alla diga della *Roche* la piena sarebbesi alzata pressochè allo stesso livello nel 1790, per cui dovevansi anche allora avere effetti analoghi, osserva il signor Boulanger come, malgrado ciò, non si fosse avvisato alla conservazione di que' manufatti, che vedevansi abbandonati ed in qualche parte manomessi.

Tra i fatti accennati da lui, che gli sembrano straordinarj, vi sarebbe quello che il colmo della piena abbia avuto luogo a Roanne assai prima che alla diga di Pinay, quantunque questa trovisi 33 chilom. a monte di Roanne. E per verità, un tale fatto dovrebbe considerarsi strano, in quanto che condurrebbe all'assurdo, che l'effetto abbia preceduto la causa. Non essendosi praticate osservazioni orarie alla diga di Pinay, per la quale, nel prospetto esibito, si indica il livello di piena massima soltanto senza accennarne l'ora, devesi supporre che questa siasi ricavata dalle osservazioni orarie praticate al ponte di Balbigny, delle quali vedesi qui unito l'estratto. E siccome scorgesi ivi segnato il colmo della piena alle ore 8 e mezzo antimeridiane del 18, ed a Roanne lo si indicherebbe avvenuto alle ore 6 antimeridiane, sembra che da ciò siasi desunta l'avvertita anticipazione di piena a Roanne.

È per altro a notarsi, che mentre dalle ore 6 alle 9 pomeridiane del 17 la piena a Balbigny erasi alzata di $3^{m},30$, nella straordinaria misura, cioè, di $1^{m},10$ all'ora, si sospesero ciò nulla meno le osservazioni per undici ore e mezzo, fino alle ore otto e mezzo del mattino successivo, nel qual punto indicasi ad una maggiore altezza di due metri il colmo della piena, che sarebbe durato mezz'ora. Se si fossero praticate altre osservazioni intermedie mentre le acque si alzavano con tanta rapidità, egli è naturale il supporre che il colmo sarebbesi segnato assai prima.

Questo all'idrometro di Feurs sarebbesi avuto dalle 6 pomeridiane del 17 alle 2 antimeridiane del 18.

(1) Il sig. ing. Vallés nella recente sua Memoria sulle inondazioni, della quale si dà ragguaglio nella nota (M), prende a dimostrare essere eccessivi i risultamenti del calcolo dell'ingegnere Vauthier sulla portata massima unitaria della piena 1846 della Loira a Roanne, che dai $7300^{m.c.}$ egli ridurrebbe a soli $5000^{m.c.}$ (pag. 284).

Pel torrente Lignon, che sbocca nella Loira tre chilometri a valle di Feurs, ove incominciava l'inondazione della pianura del Forez, indicasi dall'ingegnere Boulanger il colmo della piena ad un'ora antimeridiana del 18 a Roën, posto 16 chilometri a monte.

Pel torrente d'Aix, che sbocca nella Loira a metà circa della tratta frapposta al ponte di Balbigny ed alla diga di Pinay, si indica il colmo della piena a S. Germain-Laval, posto 11 chilometri a monte, da un'ora alle due antimeridiane del 18.

Coordinando questi fatti, se ne potrà inferire che, qualora si fossero continuate le osservazioni al ponte di Balbigny, il colmo della piena sarebbesi ivi segnato tutt'al più dalle ore due alle tre antimeridiane del 18; e che il colmo stesso alla diga di Pinay sarebbesi avuto verso le ore tre antimeridiane, quindi tre ore avanti che si propagasse a Roanne. Con ciò sarebbe dimostrato, che il fatto enunciato della supposta anticipazione di piena a valle dipenderebbe da difetto d'osservazione.

A prova dell'azione delle dighe preaccennate per moderare la piena della Loira, il signor Boulanger osserva eziandio, che mentre questa al ponte del Pertuiset, posto 40 chilometri a monte di Feurs, è durata solo 24 ore, e 48 ore alla diga di Pinay, sarebbe invece durata 90 ore a Roanne. Qui però devesi notare, che il periodo di piena considerato al ponte del Pertuiset si limiterebbe alla parte che superò l'altezza di 6^m in principio e di $8^m,40$ in fine, essendosi ivi avuta la massima altezza di $14^m,40$. A Roanne invece, ove la piena si alzò a $7^m,42$, si è questa considerata estesa a tutto il periodo nel quale fu più elevata di $3^m,20$, di modo che gli estremi di piena non sarebbero confrontabili per le due località. Partendo invece dai dati dell'unito prospetto, se ne ricaverebbe che a Feurs, ove non si è esteso il rigurgito e la piena si è elevata per limite massimo a $3^m,40$ soltanto, essa sarebbesi conservata 56 ore superiore all'altezza di $2^m,20$; e che per egual tempo si mantenne al ponte di Balbigny al disopra di 4^m. La maggior durata della piena a Roanne sembra potersi in parte attribuire anche al prolungamento di essa, che sempre avviene nel propagarsi da monte a valle, colla progressiva diminuzione della sua portata massima; come pure all'effetto degli influenti intermedj.

È meritevole di essere notata la circostanza risultante dall'unito prospetto, che anche al disotto della diga della Roche, in lunghezza di oltre due chilometri, il fiume conservava il pelo d'acqua di piena parallelo a quello di magra, alla enorme elevazione di $15^m,50$ sopra di questo, la quale influiva a tenere in collo le acque in corrispondenza alle due dighe. Ciò non poteva avvenire senza ammettere il fatto, che la ristrettezza della sezione fluviale fra le gole de' monti si estendesse ad una assai maggiore distanza, in guisa di non manifestarsi alcun indizio di *chiamata*.

Il signor Boulanger osserva che per la maggior pendenza de' suoi influenti, la piena dell'Allier precede quella della Loira al punto di riunione, e che mentre dalle dighe si è ottenuto l'ottimo effetto di ritardare il colmo della piena della Loira, ove si fossero costrutte sull'Allier, ne poteva forse conseguire un danno, promovendo la coincidenza delle due piene nel loro colmo.

Veduto poi che la spesa per la costruzione di quelle due dighe ai prezzi della giornata potrebbe ascendere a fr. 200,000, e che negli affluenti a monte di esse s'incontrano pure spaziosi bacini corrispondenti ad antichi laghi, ai quali succedono a valle delle strozzature, proporrebbe per dodici di questi influenti ventiquattro pescaje, con aperture al piede

di esse per lo scarico delle acque ordinarie: manufatti che importerebbero, secondo lui, circa 2,400,000 fr. Aggiungerebbe poi altre cinque dighe sul corso principale superiore della Loira, simili a quelle di sopra descritte, che, partendo dal dato preaccennato, richiederebbero il dispendio di un altro milione circa; di modo che colla spesa di 3,400,000 fr. si potrebbero prevenire, a suo avviso, immensi disastri.

12. Piena del 1856; confronto colle anteriori. — Avanti di prendere in esame tale proposta, gioverà considerare quanto è avvenuto nella più recente piena dello scorso anno 1856, riassumendo a tal fine i fatti che in modo assai vago vennero annunziati dai pubblici fogli, unica fonte che mi fu dato consultare.

Mentre la piena del 1846 dovevasi principalmente attribuire alla Loira superiore, ed in minor parte all'Allier, e meno ancora al Cher ed agli altri influenti inferiori; nella piena del 1856 invece, sotto l'azione di piogge diluviali, promosse dal vento d'ovest summentovato, che investì le Cevenne e particolarmente gli alti monti dell'Auvergne e del Forez, essi influenti avrebbero pure concorso in notevole misura al confronto dell'alta Loira. Rispetto a questa risulterebbe che a Roanne, posta 150 chilom. a monte del Becco d'Allier, la piena sarebbesi portata al colmo, e cioè a $4^m,85$ alle ore 10 pomeridiane del 30 maggio, abbassandosi tosto dopo, in guisa che al mezzodì del 31 trovavasi a $4^m,44$; ed a $2^m,26$ alle 9 antimeridiane del 2 giugno (1). Nel 1846 il fiume, come si è veduto, erasi ivi elevato nel colmo della piena a $7^m,42$, ossia ad una maggiore altezza di $2^m,57$.

In quanto all'Allier, la sua piena a Moulins, posta a 47 chilom. a monte del Becco d'Allier, dopo essersi elevata alle ore 11 antimeridiane del 31 maggio a $4^m,90$, sarebbe di poi giunta nel suo colmo a 5^m sullo zero all'idrometro del ponte, misura che accennasi superiore alla piena del 1846, senza indicare di quanto. Questa notizia la dà il *Mémorial de l'Allier* del 1.° giugno, aggiungendo le seguenti parole: *In questo momento la piena sembra stazionaria, ma le nuove che provengono da monte indicano un abbassamento.* Quantunque non vedasi così precisata per l'Allier la durata del colmo della piena, sembra però essere stata straordinaria, in guisa che sarebbesi associato, al Becco d'Allier, a quello della piena della Loira superiore. In alcuni giornali si accenna per l'Allier una recrudescenza di piena, la quale poteva risolversi appunto nel prolungarne il colmo (2).

Nell'ottobre 1846 la piena sarebbesi manifestata ad Orléans dal 20 al 21; alzandosi, nel breve intervallo di 24 ore, nella straordinaria misura di 5^m fino al suo colmo, dal quale dopo pochi istanti si è rapidamente abbassata per effetto, a quanto sembra, di ampie rotture degli argini superiori, e di una estesa inondazione della pianura, le cui acque si sarebbero restituite al fiume superiormente a Tours (3). Posta questa città a 114 chilometri a valle di Orléans, il colmo della piena vi si vedrebbe propagato in due giorni, conservandosi al disopra della piena ordinaria per tre giorni, mentre ad Orléans per un giorno solo si mantenne il fiume superiore ad un tal limite; lo che, in mancanza di affluenti intermedj, non potrebbe attribuirsi se non alla restituzione delle acque d'inondazione al fiume a monte di Tours.

(1) *Moniteur* del 2 e del 4 giugno 1856.
(2) Ivi.
(3) Dumont, Memoria precitata, p. 81. — Belgrand, *Hydrologie du bassin de la Seine. Annales des ponts et chaussées*, 1852, sem. II, tav. 20.

La piena del 1856 invece, mentre superò ad Orléans quella del 1846, si sarebbe ivi conservata in colmo per due giorni, lo che parrebbe dover dipendere da una piena notevole dei più prossimi influenti, Arroux, Aron, Nièvre, ec., provenienti dai monti del Morvan; dall'essere stata oltre il consueto insistente la piena dell'Allier, in guisa di propagarsene il colmo insieme a quello della piena della Loira superiore a Roanne, siccome ho di sopra notato; come pure da minore influenza di rotte superiori, al confronto della piena 1846.

La straordinarietà della piena nei tronchi inferiori della Loira devesi poi in molta parte attribuire al concorso di quelle parziali del Cher, dell'Indre e della Vienna, che l'avevano avuta in misura assai più moderata nel 1846.

Se in quell'anno si ebbe una piena a Roanne dell'altezza di $7^{m},42$ e della strabocchevole portata di $7300^{m.c.}$, e se quella a monte della diga di Pinay ha prossimamente raggiunta l'enorme misura di 10,000 met. cub., limitandosi nel 1856 l'altezza massima a $4^{m},85$ a Roanne, la portata nel colmo avrebbesi dovuto ridurre a poco più di una metà, quindi con un effetto utile assai minore delle dighe summentovate, siccome lo si potrà desumere dai livelli che si saranno rilevati in occasione della ultima piena. I provedimenti perciò che si fossero dati colla costruzione di pescaje e di dighe, giusta la proposta del signor Boulanger, sarebbero bensì riusciti utili in tale circostanza, ma non in tutta la misura che egli sembrava ripromettersi. Giova su tale argomento osservare che, mentre nel 1846 si è ottenuto un effetto sommo dalle due dighe preaccennate con una piena unitaria d'afflusso di oltre $10{,}000^{m.c.}$, esso sarebbe stato assai minore quando, lasciate le dighe nell'odierna condizione, altre se ne fossero aggiunte a monte sul corso principale (*échelonnées*), e minore ancora quando si fossero costrutte le ventiquattro pescaje sopra i dodici influenti superiori ad esse dighe, giusta la proposta dianzi menzionata. L'azione moderatrice dei laghi risulta dal trattenersi uno strato d'acqua dell'altezza di pochi metri, alla quale si estendono le loro oscillazioni, per l'intera loro superficie, che di solito è vastissima. Ma trattandosi di bacini artificiali temporanei, devesi calcolare il loro effetto in relazione al volume delle acque che possono accumularsi nell'intera cavità di essi. Mano mano perciò che si moltiplicano e che riducesi così a minor misura la piena d'afflusso pei bacini successivi, sarebbe mestieri modificare la forma del loro emissario, allo scopo di ottenerne tuttavia il massimo effetto utile colla maggior possibile elevazione delle acque, e quindi coll'occupare o tutta o la più parte della capacità del bacino, la quale va rapidamente crescendo cogli ultimi strati d'acqua, qualora ivi sia dolce l'inclinazione delle spiagge. Siccome nella piena del 1856, per un complesso di combinazioni diverse, sarebbesi avuta una portata pressochè massima ad Orléans, ripetibile, a quanto sembra, dall'insistente piena dell'Allier, preceduta da quella degli influenti interposti a Roanne ed al Becco d'Allier presso Névers, sarebbe ad esaminarsi se per avventura non giovasse, a modificazione della anteriore proposta, estendere anche ai bacini dei detti influenti analoghi provedimenti; punto sul quale si ritornerà in appresso.

Se sta il fatto annunziato dal signor Boulanger, che nella piena dell'11 novembre 1790 le acque a monte della diga della *Roche* giunsero prossimamente allo stesso livello della piena 1846, non essendosi essenzialmente immutata la condizione di que' manufatti,

devesi ammettere che in allora la piena di efflusso misurata a Roanne abbia allo incirca raggiunto il limite di quella del 1846, e che la pianura del Forez sia stata inondata pressochè in egual misura [1]. E se sta pure il fatto accennato dall' ingegnere Lalanne [2], che in quella circostanza la piena dell'Allier a Moulins siasi alzata a $6^m,35$ sulla magra, quindi ad $1^m,35$ oltre la piena del 1856, che dai pubblici fogli si dichiara superiore a quella del 1846, per quanto fossero meno durevoli in allora le due piene combinate della Loira superiore e dell'Allier, avrebbesi dovuto averne una ad Orléans maggiore delle posteriori, ove fosse stata contenuta dagli argini. Quantunque ciò non vedasi espressamente indicato, sarebbesi però conservata la memoria, che per effetto della piena del 1790 la *Valle d'Orléans*, in conseguenza della invasione delle acque, è rimasta coperta di sabbia, in guisa da richiedersi l' opera assidua di otto o dieci anni onde ridonarla alla primitiva sua fertilità [3]. Si è quindi condotti ad inferirne che la piena del 1790 possa essere stata maggiore delle posteriori, e che se non si è alzata ad Orléans alla misura di queste, lo si dovesse ad un generale soverchiamento d'argini, che deviò in gran parte le acque del fiume sulla pianura, ricoprendola di sabbia; disastro che sarebbesi ripetuto anche nel 1846, ma, per quanto sembra, in grado assai minore.

Premesse le quali considerazioni, se ne ricaverebbe, che dopo la piena del 1790 gli argini della Loira si sarebbero sistemati e rialzati in relazione al livello di essa piena, sensibilmente inferiore a quello che avrebbero preso le acque, ove fossero state da essi contenute. Per mezzo secolo gli argini avrebbero così fatto fronte alle piene; ma, sopraggiunta quella del 1846, ne rimasero soverchiati; lo che poteva avvenire anche nel supposto che quest'ultima piena non avesse nel suo colmo raggiunto in portata l'anteriore del 1790. E se anche nel 1856 quegli argini vennero in qualche parte superati e rotti, per parità di principio lo si potrebbe attribuire alle stesse cause, e cioè ad essersi regolato anche dopo il 1846 il loro alzamento in base ad un livello di piena che non aveva raggiunto il suo colmo in conseguenza delle rotte che lo precedettero. Il fatto quindi d' essersi rialzati gli argini dopo le piene del 1790 e del 1846, e di essere rimasti, malgrado ciò, soverchiati anche nella piena del 1856, non proverebbe un progressivo aumento in portata di tutte quelle piene, essendo anzi verisimile che la massima, superiormente ad Orléans, sia stata quella del 1790, e che le altre due successive, per gli esposti motivi, sieno state minori.

13. Cenno idrografico della Garonna. — La *Garonna*, insieme all'Arriège, ha le sue sorgenti ne' Pirenei, le più alte cime de' quali sono coperte di ghiacciaj, di modo che conserva il carattere alpino pei tronchi superiori. Ma dopo il concorso del Tarn e del Lot, provenienti dalle Cevenne, prende un carattere misto. Considerato il fiume a valle di queste due confluenze, che avvengono sopra Tonneins, posto nel dipartimento del *Lot et Garonne*, giusta i dati della pregevole monografia che ne porge il chiarissimo ingegnere Baumgarten [4], la superficie del suo bacino viene a riuscire di chil. quad. 51940. Il suo

(1) Boulanger, *Sur les inondations de la Loire*, etc. Memoria precitata, p. 326, tav. 159.

(2) *Voies de communication de l'Amérique du Nord. Annales des ponts et chaussées*, 1843, semestre II, pag. 252.

(3) Dumont, Memoria precitata, pag. 99.

(4) *Notice sur la portion de la Garonne qui s'étend en aval de l'embouchure du Lot, etc. Annales des ponts et chaussées*, 1848, sem. II.

modulo sarebbe di 659$^{m.c.}$; la portata unitaria, in massima magra di 37$^{m.c.}$, e di 7700$^{m\ c.}$ nella massima piena, la quale il 31 maggio 1835 si alzò a 9^{m},44 sulla magra a Tonneins; portata che sarebbe giunta a 10500$^{m.c.}$ in quella straordinaria del 6 aprile 1770, elevatasi ivi a 10^{m},24. Da tali misure appare quanto sieno considerevoli le piene di questo fiume, le quali in qualche punto ove si restringe il suo letto, come sarebbe a Langon, si portano ad altezze maggiori ancora di 1^{m},80, essendo ivi giunte nel 1770 a 12^{m},05 (1).

Il fiume si conserva ricco d'acque dal novembre al giugno, periodo delle piene, e particolarmente dal febbrajo al maggio, deprimendosi allo stato di magra nel quadrimestre luglio-ottobre. Il tronco navigabile da Tolosa al mare, per la parte superiore alla confluenza del Tarn, ha una pendenza di $\frac{0,77}{1000}$, che va di poi scemando, riducendosi per termine medio nel dipartimento del *Lot et Garonne* sul tratto di chilom. 65 a $\frac{0,265}{1000}$. Siccome quivi pure scorre in letto di ghiaja, e si avvicendano mollenti e rapide; i primi, sopra una lunghezza di 47,5 chilom., hanno una pendenza compresa fra $\frac{0,04}{1000}$ e $\frac{0,17}{1000}$, mentre quella delle altre si porta da $\frac{0,373}{1000}$ a $\frac{2,20}{1000}$. Se si considerino tali pendenze combinate colle insistenti magre estive, se ne potrà inferire quanto meschina dovesse riuscire in siffatte circostanze la navigazione dei tronchi superiori del fiume, ed infruttuosa per una parte dell' anno l' opera dell' immortale italiano Riquet, che riunì, sul cadere del secolo XVII, il Mediterraneo all' Oceano col *Canale del Mezzodì*, attraversante le Cevenne, dal porto di Cette a Tolosa. Alfine di togliersi da tali angustie, in questi ultimi tempi si è costrutto il grandioso canale laterale alla Garonna, sulla destra da Tolosa ad Agen, e sulla sinistra da quel punto fin sopra Langon, ove si estendono le maree; opera per la più parte eseguita, e che ora si porta a compimento.

Nell'ultimo tronco marittimo sotto Bordeaux, la Garonna riceve la Dordogna, fiume il cui bacino si estende ad oltre 24,000 chilom. quad., e che va soggetto a piene frequenti e repentine; prendendo di poi i fiumi uniti il nome di Gironda sino alla prossima foce.

Le pianure adjacenti alla Garonna sono ricche di bella vegetazione, e la parte sommergibile dalle piene sul tronco attraversante il detto dipartimento del *Lot et Garonne* si estenderebbe ad una larghezza pressochè costante di quattro chilometri. Le arginature che la difendono sono irregolari, ed elevate a capriccio dai frontisti.

Dal 1836 al 1847 si sono intraprese notevoli opere di regolamento di quel tronco della Garonna, delle quali si dà un interessante ragguaglio nella mentovata Memoria del signor Baumgarten. Assegnata al letto ordinario del fiume la larghezza di 150^{m} a 180^{m}, si sa-

(1) Ivi, pag. 39.

L'ingegnere Lalanne, in una nota alla Memoria precitata sulle vie di comunicazione dell'America del Nord, parlando alla pag. 253 della Garonna, dice: *A Langon, ove la valle si ristringe notabilmente, la piena è stata di* 13^{m},50 *in occasione delle terribili inondazioni del* 1840. Essendo supponibile che parli delle inondazioni dei primi di novembre, debbo osservare che dalla rappresentazione grafica delle osservazioni giornaliere praticate all'idrometro di Tonneins dal 1837 al 1844, favoritemi dall' ing. Baumgarten, risulta che il fiume, il quale nel giorno 26 ottobre trovavasi a 7 cent. sulla magra, il 31 detto si era alzato a 0^{m}.,60; il 5 novembre a 0^{m}.,85; ed il 10 novembre ad 1^{m}.,60; prova che in allora la Garonna non ebbe piena di sorta. L' altezza poi di 13^{m},50 supererebbe di 1^{m}.45 la piena massima avutasi a Langon nel 1770. (Baumgarten, Mem. preit., pag. 39.) Quest'osservazione possa valere a rendere maggiormente guardinghi nel riferire circostanze di fatto, onde evitare inesattezze, le quali con tutta facilità si copiano, si propagano, e possono poi servire di base alle più erronee conseguenze.

rebbero lateralmente riservate, giusta il progetto, spaziose golene, collocando gli argini maestri alla distanza reciproca di 600^{m} (B).

I venti piovosi pel bacino della Garonna essendo generalmente quelli provenienti dall'Oceano, cioè d'ovest e di nord-ovest, le sue piene di solito non coincidono con quelle del Rodano e della Loira. Difatti, tanto nel 1840 quanto nel 1846 non ebbe piena notevole; ma nel 1856 la provò essa pure, elevandosi nella notte antecedente il 1.° giugno ad Agen ad 8^{m},90, quindi ad 1,66 sotto la massima ivi avutasi nel 1770 (1). Ciò sembra doversi allo stesso vento d'ovest dianzi mentovato, che promosse piogge diluviali sugli alti monti dell'Auvergne, donde hanno origine i poderosi influenti Tarn, Lot e Dordogna.

14. Cenno idrografico della Senna. — La Senna, considerata sulla carta, presenta nella disposizione del suo bacino il carattere di un fiume soggetto a piene di notevole portata, specialmente per la parte a monte di Parigi. L'Yonne con l'Armançon, la Senna propriamente detta coll'Aube e la Marna, riunite, la attraversano dopo un corso che non presenta differenze di lunghezza di qualche momento, avendo tutti que'fiumi la loro origine dalle pendici dei monti del Morvan e della Costa d'Oro, e nei colli dell'altipiano di Langres, le creste de'quali costituiscono una linea presso che retta, distante dalla capitale dai 230 ai 270 chilom. La limitata estensione della plaga di quelle sorgenti, l'uniforme sua esposizione e le lievi differenze nella lungezza dei singoli corsi d'acqua sono circostanze tutte che dovrebbero promovere piene strabocchevoli allorchè per un fenomeno meteorico, che facilmente può estendersi a tutto il bacino, coincidessero le piene parziali alla loro confluenza. Al confronto invece degli altri fiumi della Francia summentovati, il regime della Senna deve considerarsi regolarissimo, tanto per ciò che concerne il deflusso di magra, quanto per quello delle piene; punto che è stato argomento di studj speciali, de'quali si darà un cenno dopo che si saranno esposti i dati statistici relativi.

La superficie del bacino totale della Senna è di chilom. quadrati 77000, e di chilom. quadrati 44375 per la parte a monte di Parigi, ove ultima confluisce la Marna. La quantità della pioggia che cade annualmente su quest'ultimo si calcola di cent. 63 (2). Se si eccettui l'Yonne, che insieme a'suoi influenti trae origine dai monti del Morvan alquanto elevati, ma la cui altitudine però si contiene fra i limiti di 600^{m}, e di 900^{m} rispetto alle più alte cime; pel rimanente le sorgenti provengono da basse regioni, lo che influisce sul moderato pendio del fiume. E di fatti, da Montereau a Parigi la pendenza della Senna superiore è di circa $\frac{0,16}{1000}$ sopra una lungezza di 97 chilometri, riducendosi a poco più di una metà per termine medio nel tronco inferiore che passa per Rouen, e mette foce nell'Oceano all'Havre dopo 370 chilometri.

Il deflusso unitario della massima magra conosciuta non discende a Parigi al disotto di 75$^{m.c.}$, riducendosi però ad un terzo soltanto a Montereau ed a Mammés, ove confluiscono coll'Yonne i canali del Nivernese e di Borgogna, ed il Loing, al quale mettono capo gli altri due canali di Briare e d'Orléans, procedenti come il primo dalla Loira. Al di sotto della foce di que'tributarj la Senna è annualmente navigabile 300 giorni; ma soltanto 200 giorni l'Yonne, e 180 la Senna immediatamente superiore alla confluenza di questa fino a Nogent, donde parte e prosegue fino a Troyes il canale navigabile ad

(1) *Moniteur* del 3 giugno 1856.

(2) Dausse, *De la pluie et de l'influence des forêts sur les cours d'eaux. Annales des ponts et chaussées*, 1842, sem. I, pag. 201.

essa laterale. Ove si consideri che quei corsi d'acqua servono principalmente per approvigionare Parigi, e che trent'anni sono, quando cioè la sua popolazione non raggiungeva i due terzi dell'odierna, e non erano ancora compiti i canali di Borgogna e quello laterale alla Loira, vi si trasportavano per quella via annualmente un milione e quattrocento mila tonnellate di merci, di derrate e di materiali, si potrà di leggieri inferirne quanto importi migliorare la condizione di essi fiumi ne' rapporti della navigazione [1].

Nel secolo XVII, partendo dal 1615, la Senna avrebbe avuto cinque piene, che al ponte della Tournelle in Parigi si sarebbero alzate da $9^m,04$ a $7^m,50$ sul livello di magra; sei ne avrebbe avuto nel secolo successivo, la cui altezza si contenne fra i $7^m,90$ ed i $6^m,66$; ed in questo mezzo secolo non se ne conterebbero che quattro, fra i limiti di $7^m,45$ e di $6^m,30$. Ne consegue che l'altezza media delle maggiori piene sarebbe stata pel primo periodo $8^m,16$; pel secondo $7^m,13$; e da ultimo $6^m,82$. Questa progressiva diminuzione di piene nel corso di due secoli e mezzo induce a supporre che sia avvenuto un qualche cangiamento, del quale arduo sarebbe rinvenire la causa, riservandomi per altro a prendere più avanti in esame questo punto [2].

Il modulo della Senna ricavato dalla serie delle osservazioni giornaliere praticate dal 1777 al 1825 al mentovato punto della Tournelle, giusta la scala dei deflussi calcolata, sarebbe di circa $250^{m.c.}$. Nella piena del febbrajo 1850, che si alzò a $6^m,07$, la portata unitaria del fiume sarebbe stata di $1338^{m.c.}$, la quale si suppone giunta a $2207^{m.c.}$ nella memorabile piena dell'11 luglio 1615, elevatasi a $9^m,04$; e si calcola in $1800^{m.c.}$ per quella del 3 gennajo 1802, massima in questo secolo, essendosi elevata a $7^m,45$ alla scala del suddetto ponte [3].

Se si consideri che per la Loira superiormente a Roanne, la superficie del bacino è circa $\frac{1}{7}$ di quello della Senna superiore a Parigi, e che tanto nel 1846, quanto nel 1790, si sono colà avute piene che, giusta i calcoli di Vauthier, avrebbero oltrepassato la portata di $10{,}000^{m.c.}$ senza l'azione delle dighe di *Pinay* e della *Roche*, per il che, a pari superficie colante, la piena memorabile della Senna del 1615 sarebbe stata appena $\frac{1}{32}$ di quella della Loira superiore, si potrà inferirne trovarsi Parigi in favorevole condizione rispetto al regime del fiume che la attraversa. Malgrado ciò, considerevoli furono i danni che vi apportò la piena del 1802, da cui vennero inondati i più depressi quartieri di quella metropoli, danni che si fecero ascendere ad otto milioni; ed incalcolabili sarebbero quelli di una piena che si approssimasse alle anteriori del secolo XVII. In generale, le pianure sommergibili laterali alla Senna ed a' suoi tributarj sono disarginate, e per lo più consistono in praterie, molte delle quali basse ed uliginose, superiormente alla confluenza dell'Yonne.

15. Osservazioni dell'ingegnere Dausse sull'alterato regime della Senna. — L'ingegnere

(1) Vedansi i prospetti annessi alla prima Memoria di Cordier: *Sur les projets présentés pour la jonction de la Marne à la Seine*. Paris, 1827.

(2) Cordier, Mem. precitata, pag. 181.

Dausse. *Statistique des variations du niveau de la Seine à Paris de 1777 à 1825*. Paris, 1831.

Belgrand: *Hydrologie*, etc., 1852, pag. 51.

In una nuova Memoria del sig. Belgrand sulla idrometria della Senna (*Annales des ponts et chaussées*, 1857, sem. I) egli indica eziandio una piena del dicembre 1836, che dovrebbe essere di $6^m,40$ in luogo di $6^m,30$, altezza ch'egli avrebbe scambiato con quella della piena 1817. Vedansi le note finali (E), (L).

(3) Belgrand, *Memoria* del 1852, pag. 52.

Dausse, in un articolo pubblicato l'anno 1842 [1] sulla pioggia, sull'evaporazione e sui diboscamenti, il quale sarebbe l'estratto di un esteso lavoro da lui intrapreso intorno alla statistica dei principali fiumi della Francia, ha presentato alcuni dati per quello della Senna, dai quali egli desumerebbe essere notevolmente peggiorata la condizione del suo regime al confronto de' tempi anteriori. Egli osserva che quantunque le maggiori piogge si abbiano nell'estate, pure il fiume scorre magrissimo in tale stagione per effetto della evaporazione cui è soggetto il terreno diboscato. Mentre difatti il deflusso integrale del fiume nell'inverno sarebbe 0,423 della pioggia e neve caduta, un tale rapporto, per termine medio in tutto l'anno, si ridurrebbe a 0,286, ed a 0,172 pel semestre estivo. Appoggiandosi poi ad un passo del *Misopogon* dell'imperatore Giuliano, il quale dopo avere svernato a Parigi (*Lutetia*), dichiara che la Senna, da cui era circondata, non andava in allora soggetta a variazioni; che quale era l'estate tale rimaneva l'inverno, e che somministrava ottima acqua potabile [2]; il signor Dausse ne inferisce che per effetto dei praticati diboscamenti si è totalmente cangiata l'indole del fiume, imperocchè, mentre nelle magre estive la sua portata non raggiunge una ventesima parte di quella delle maggiori piene d'inverno, e la decima parte di quella delle ordinarie, in queste ultime circostanze le acque scorrono torbidissime.

16. Studj idrologici del signor Belgrand sul bacino della Senna. — L'ingegnere Belgrand rivolse pure i suoi studj al bacino della Senna con più vaste vedute, e nel 1846 ne presentò i primi risultamenti, siccome semplice programma di quelli che si dovrebbero istituire affine di determinarne la natura speciale. Le sue osservazioni erano particolarmente intese a rilevare il grado di permeabilità dei varj terreni che lo costituiscono, da cui farebbe dipendere la diversa disposizione delle pendici e del fondo delle valli; la maggiore o minor copia delle acque scorrenti su di esso fino al fiume principale; e le leggi che ne regolano il deflusso; per il che la geologia verrebbe così a riuscire, non solo scienza ausiliare, ma fondamento della idrologia [3].

In una seconda più estesa Memoria pubblicata nel 1852 [4], egli dà maggiore estensione al suo concetto, indicando eziandio la superficie delle diverse formazioni costituenti il bacino della Senna, distinte in terreni impermeabili e permeabili.

Ai primi apparterebbero i graniti, della superficie di	chilom. quad.	1500
i lias ed argille sopra lisiache per	»	1500
la creta inferiore (grès verde) per	»	3100
i terreni terziarj impermeabili per	»	4000
In tutto	chilom. quad.	10100

ossia un quarto circa della superficie del bacino.

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1842, sem. I. Memoria precitata.

(2) *Ego olim eram in hibernis apud charam Lutetiam (sic enim Galli Parisiorum oppidum appellant) quæ insula est non magna, in fluvio sita, qui eam omni exparte cingit. Pontes subticii utrinque ad eam ferunt, raroque fluvius minuitur ac crescit: sed qualis æstate, talis esse solet hyeme. Aquam præbet jucundissimam volenti bibere; nam cum insulam habitent, ibi maxime eos aquari necesse est* (Misopogon).

(3) *Annales des ponts et chaussées*, 1846, sem. II.

(4) *Annales des ponts et chaussées*, 1852, sem. I.

La parte permeabile poi sarebbe costituita:

dai terreni oolitici, della superficie di	chilom. quad. 11,700
dalla creta propriamente detta	» 6,800
dai terreni terziarj permeabili o circondati dalla creta, o così poco inclinati che le loro acque non giungono al *thalweg* . . .	» 12,100
finalmente, dalle alluvioni	» 2,400
In tutto chilom. quad.	33,000

che corrisponderebbero ai tre quarti della superficie del bacino.

Indicata l'influenza della permeabilità di quei terreni sulla copia delle acque dei bacini parziali e sul regime delle sorgenti, egli osserva come queste sieno ricchissime dopo che le piogge sono state assorbite dai terreni oolitici, permeabili in sommo grado; a prova di che adduce il fatto dell'Ource, piccolo influente della Senna superiore, il quale, dopo piogge forti ed insistenti, si gonfia di acque limpide, rimanendo di solito in piena per tre settimane.

Passando a discorrere dei grandi corsi d'acqua e delle loro piene, rispetto ai terreni impermeabili, egli distingue le acque torrentizie dalle acque tranquille, le prime delle quali scorrono ne' rivi che li intersecano, mentre le altre scaturiscono dalle sorgenti, oppure sgocciolano lentamente dalla superficie delle terre. Un fiume perciò può avere una piena in parte torrentizia ed in parte di acque tranquille.

Se invece i versanti sono permeabili, la piena dipenderebbe soltanto dal gonfiamento delle acque tranquille, e sarebbe sempre lunga, passando per gli stadj di *piena crescente*, di *colma*, e di *piena decrescente*.

Dopo avere esposte le varie combinazioni di piene cagionate nel fiume principale dall'afflusso o confluenza di acque torrentizie, le cui piene parziali, attesa la breve loro durata, quasi sempre si succedono in periodi diversi, mentre quelle delle acque tranquille, siccome più insistenti, si vanno accumulando, conchiude essere probabile *che le più grandi piene della Senna a Parigi sieno dovute all'afflusso delle acque di sorgenti.*

A prova del suo assunto egli accenna alle piogge diluviali cadute dal 16 al 18 ottobre 1846, che cagionarono una piena fortissima negli influenti della Senna di bacino impermeabile, quale si è quello superiore dell'Yonne. I bacini permeabili invece non ebbero piena di qualche momento, e la Senna a Parigi, dallo stato di magra ordinaria si elevò soltanto all'altezza pressochè ordinaria di $1^{m},90$ sullo zero il giorno 21 ottobre, per abbassarsi tosto dopo. E ciò dipenderebbe, secondo lui, dalla circostanza che in quella stagione le sorgenti sono esaurite, e quindi avviene il massimo assorbimento delle piogge nei terreni permeabili.

I fatti, a suo avviso, i più persuadenti sarebbero poi quelli che accompagnarono la piena del gennajo e febbrajo 1850, della quale egli porge una monografia, corredata da rappresentazioni grafiche per la Senna a Parigi ed a Montereau, e per l'*Yonne*, che insieme al suo influente la *Cure* ha, come si disse, un bacino impermeabile nella parte più alta.

Egli farebbe dipendere quella piena da un generale scioglimento di nevi, promosso da una pioggia tiepida caduta il 26 gennajo 1850. E siccome la piena torrentizia dell'Yonne e de' suoi influenti, per la parte impermeabile del bacino sarebbesi propagata a Parigi

il 31 gennajo, mentre ivi la piena della Senna avrebbe continuato a progredire fino al 5 febbrajo, e si sarebbe tenuta in colmo fino al giorno 9 successivo, con un intervallo di 14 giorni dopo la pioggia summentovata, egli attribuirebbe il colmo della piena prevalentemente al concorso delle acque tranquille della parte permeabile del bacino, ossia *alle sorgenti.*

17. Dubbj sulla misura degli effetti che il signor Belgrand attribuirebbe alla permeabilità dei terreni. — Trattasi di un punto fondamentale d'idrologia che merita di essere esaminato colla necessaria maturità, in quanto che i fatti recati dal signor Belgrand lascerebbero qualche dubbio sulle cause da lui accennate e sulle conseguenze che ne ha dedotte.

Nel prospetto numerico da lui esibito sul procedimento della piena dell'*Yonne* col suo influente la *Cure*, e di quella della Senna a Parigi ed a Montereau, sono unite le osservazioni udometriche praticate ad *Avallon* nel bacino impermeabile dell'Yonne, e da esse appare che il 30 gennajo è caduta altra pioggia pressochè equivalente a quella del giorno 26, cui altre minori ne susseguirono a varie riprese fino al 4 febbrajo.

Pei bacini permeabili dell' alta Senna e dell'Aube non si porge alcun dato udometrico, ma rispetto alla prima osservasi che a Troyes, ove confluiscono i due minori tributarj la *Barse* e l'*Ozein*, il bacino dei quali è di grès verde, quindi impermeabile, la piena della Senna è giunta al suo colmo il 31 gennajo, conservandosi torbida fino al 3 febbrajo, ed insistente fino al totale scarico delle acque torrentizie dei detti minori influenti.

Parrebbe quindi che la pioggia del 26 gennajo non dovesse considerarsi siccome causa esclusiva della piena; ma che progredisse il disgelo accompagnato dalle reiterate piogge a tutto gennajo, ed anche ai primi di febbrajo, non solo pel bacino impermeabile dell' Yonne, ma eziandio per quelli permeabili della Senna e dell'Aube, e che lo stesso avvenisse pure per quello della Marna, la cui piena andò a coincidere nel colmo con quella della Senna a Parigi. Il ritardo e la lunga durata tanto di questa piena, quanto di quella delle così dette acque tranquille dell' Yonne, potrebbero quindi essere effetto della insistenza della causa, e cioè delle replicate piogge e del continuato disgelo delle nevi. E quando la cosa fosse in questi termini, non sarebbe provato che la piena della Senna a Parigi fosse attribuibile nel suo colmo alle acque di sorgente della parte permeabile del bacino.

Ad accrescere gli insorti dubbj concorrerebbe il carattere ben diverso assunto dalla piena più notevole ancora del gennajo 1802, giusta il prospetto che ne porge Cordier nella sua prima Memoria del 1827, concernente i grandiosi lavori da lui proposti per la sistemazione della Senna a Parigi [1].

In una piena anteriore, incominciata col 19 novembre 1801, erasi essa lentamente alzata fino al 7 dicembre, segnando nel suo colmo $6^m,22$, e conservandosi per sette giorni superiore a 6^m; dopo di che discese gradatamente, in guisa che il 21 trovavasi a $3^m,41$. Rialzatasi di nuovo all' indomani, il 28 giunse a $4^m,41$, e nei quattro giorni successivi si è elevata di altri 3^m, conservandosi in colmo meno di un giorno; dopo di che sarebbesi abbassata di $2^m,17$ in quattro giorni. Avuto il debito riguardo alla tenue pendenza della Senna superiore e de' suoi influenti, quindi alla lentezza colla quale se ne devono

(1) Cordier, Memoria precit. del 1827, p. 180.

propagare le piene da monte a valle, il carattere maggiormente torrentizio di quella del 1802, al confronto dell'ultima del 1850 che ne rimase più bassa di $1^m,40$, si spiegherebbe colla maggiore rapidità ed intensità della causa, ossia delle piogge e del disgelo, escludendo in gran parte l'azione delle acque tranquille di sorgenti, le quali in così breve tempo sembra non potessero affluire in quantità tale da riuscire prevalenti.

In quanto poi all'influenza di tale permeabilità dopo le piogge diluviali cadute dal 15 al 18 ottobre 1846, non sarebbe provato che esse si fossero distese pel bacino della Senna oltre ai monti del Morvan, oltre cioè alla parte che confina col bacino della Loira, ove cagionarono la memorabile piena dianzi menzionata, non porgendosi alcuna indicazione di quella pioggia sulla detta parte permeabile del primo di essi. Il bacino dell'alta Sonna confina, mediante i monti della Costa d'Oro ed i colli dell'altipiano di Langres, con quello della Senna superiore, dell'Aube e della Marna; ed i registri tenuti dalla Commissione idrometrica di Lione indicano che sull'intero bacino della Sonna dal 20 al 30 settembre 1846 sono caduti 49 millim. di pioggia, i quali bastarono appena a saturare il terreno dopo l'anteriore arsura, non essendosi alzato il fiume che di qualche decimetro dallo stato di magra pronunciata. Altre piogge caddero dal 3 al 13 ottobre, nella misura di 68 millim., e queste fecero alzare il fiume fino allo stato di piena ordinaria, ossia a $2^m,70$ della scala di Trevoux. La pioggia successiva de' giorni 16, 17 e 18 fu di soli 23 millim., ed altro effetto non ne risultò, fuorchè quello di conservare per qualche giorno il fiume all'altezza suindicata.

È quindi verisimile che se la Senna non ha avuto piena nell'ottobre 1846, non lo si debba attribuire alla permeabilità del suo bacino, ma piuttosto alla circostanza che l'uragano avvenuto dal giorno 16 al 18 avrebbe colpito una sola parte di esso bacino.

Dopo le precedenti osservazioni, fino a che non si porgano ulteriori schiarimenti all'appoggio di dati di fatto ineccepibili, mi sarà permesso di considerare la piena limpida dell'Ource siccome caso eccezionale, dipendente da una condizione del tutto speciale del suo bacino, e di attenermi a' miei dubbj sul punto che da fenomeni simili dipendano le maggiori piene della Senna a Parigi.

18. Confronto dei dati statistici della Senna e della Sonna. — A spargere qualche lume sopra questo grave argomento gioverà istituire confronti colla Sonna, per la quale si posseggono dati positivi, e che per l'ampiezza del suo bacino e pel tenue suo declivio, dipendente pure dalla limitata altitudine delle sue sorgenti, va, come la Senna, soggetta a piene moderate e di lunga durata.

Il bacino della Sonna non è che due terzi di quello della Senna sopra Parigi; la quantità di pioggia che su di esso cade è annualmente di 25600 milioni di met. cub., mentre su quello della Senna, questa ascenderebbe a circa 28000 milioni [1]. Con tutto ciò le maggiori piene della Sonna sorpassano in portata di una metà quelle della Senna, ed il suo modulo supera l'altro di $^5/_4$, laddove nella massima magra la portata della Sonna è un quarto solo di quella della Senna. Questi fatti farebbero già per sè soli supporre la

(1) I 28000 milioni di met. c. si avrebbero supponendo l'altezza media della pioggia sull'intero bacino di $0^m,63$. Ma dopo le osservazioni riportate dal sig. Vignon, nota (C), risultando che a *Montsauche*, sui monti del Morvan, essa giunge ad $1^m,52$, mentre a Parigi è di $0^m,57$, parrebbe doversi calcolare sopra una maggior misura per la quantità media della pioggia.

maggior permeabilità del bacino della Senna, in conseguenza della quale, una parte delle acque di pioggia verrebbe divertita senza giungere al fiume, che, malgrado ciò, è maggiormente copioso di sorgenti, da cui viene alimentata la magra.

Richiamati i dati statistici della Sonna, esposti nel prospetto I, rilevasi che nei cinque mesi d'inverno, ottobre-febbrajo, ne'quali minima è l'azione della evaporazione, giungono al fiume 0,718 della pioggia; che questo rapporto si mantiene a 0,695 nel marzo, e dopo il disgelo delle nevi sale nell'aprile a 0,735 per la maggior affluenza delle sorgenti, riducendosi a 0,597 nel maggio, a 0,298 nel giugno, ed a 0,163 nel luglio, a cagione del progressivo aumento della evaporazione, combinato coll'esaurimento di esse sorgenti. La massima azione di siffatte cause sui deflussi mensili vedrebbesi nei rapporti minimi che questi ebbero colla pioggia, nel luglio 1847 di $\frac{86}{1000}$, nell'agosto 1846 di $\frac{68}{1000}$, e nel settembre 1849, di $\frac{49}{1000}$. Prendendo l'intero semestre jemale ottobre-marzo, il rapporto sarebbe 0,715, e per quello estivo aprile-settembre, 0,375, mentre il rapporto medio nell'anno sarebbe 0,532.

Per la Senna invece il rapporto medio del deflusso colla pioggia sarebbe, come dissi, di 0,286; quello pel semestre jemale, di 0,425; e quello pel semestre estivo, di 0,172.

Nel semestre d'inverno, quando minore è l'evaporazione, il disperdimento nel bacino della Senna è di 0,575, ed in quello della Sonna di soli 0,285, con una differenza così di 0,290, attribuibile principalmente, per quanto pare, alla maggiore deviazione delle acque dal *thalweg* pel bacino della Senna, dipendente dalla maggiore permeabilità del suolo e dalla direzione delle correnti sotterranee.

Nel bacino della Sonna il disperdimento pel semestre estivo supera quello jemale di 0,34; ed ove si aggiungano le sorgenti, che si arricchiscono nell'inverno e concorrono in parte al fiume nell'estate fino al loro esaurimento, che qui si dimostra avvenire, e quindi dipendono da piogge e nevi cadute nel semestre jemale, la differenza si porterà ad oltre 0,40, la quale dovrebbe attribuirsi alla maggiore evaporazione estiva.

Pel bacino della Senna il disperdimento nel semestre estivo supera quello del semestre d'inverno di 0,253 soltanto. Arduo sarebbe il determinare per questo, anche in via approssimativa, l'influenza delle sorgive in relazione alla maggior permeabilità del terreno, attesa la mancanza di dati statistici circa ai rapporti mensili fra le piogge ed i deflussi, che invece si hanno rispetto alla Sonna. Se ne può per altro inferire che l'evaporazione estiva nel bacino di questa è più energica che non sia in quello della Senna, appunto per la comparativa minore permeabilità del terreno, e probabilmente anche per la comparativa maggiore elevazione della temperatura, dipendente dalla latitudine più meridionale della plaga cui si estende.

19. Acque sotterranee nei bacini del Tevere e del Nilo. — In una mia Memoria, letta a questo Corpo accademico nel luglio e nell'agosto 1846, intorno all'importanza degli studj sulla statistica de' fiumi, feci notare come il Tevere presentasse caratteri del tutto distinti dagli altri fiumi finora conosciuti. Il suo bacino, di limitata estensione, pressochè in totalità montuoso, privo di ghiacciaj e di laghi, indicherebbe pel fiume un'indole torrentizia simile a quella dell'Arno; e tali sono appunto le sue piene, le quali discendono rapidissime, ed al disopra di Roma si elevano a dieci, undici, dodici e perfino a tredici metri sulla magra. A queste fa contrasto la copia delle sue acque in magra, la

cui portata unitaria non discese mai, in vent'otto anni, al disotto di $160^{m.c.}$, ossia a $\frac{6}{10}$ del suo modulo. Da ciò ebbi ad inferire che quel fiume è alimentato da un afflusso superficiale di carattere torrentizio, il quale cessa pochi giorni dopo cessata la pioggia o la liquefazione delle nevi; e da un altro sotterraneo di carattere lacuale, di una portata unitaria che varierebbe fra i 160 ed i 260 m. c. Fatto poi calcolo delle diverse *tenute* di essa, ne conseguirebbe che il deflusso integrale sotterraneo equivarrebbe a circa tre quarti del deflusso totale. E siccome questo, per termine medio, sarebbe di circa 9300 milioni di m. c., quello sotterraneo ascenderebbe alla straordinaria misura di 6975 milioni. Per somministrare annualmente tant'acqua, il lago di Ginevra, della superficie di 541 chil. quad., dovrebbe abbassarsi di $12^{m},90$. Da ciò si potrà arguire quanta sia la permeabilità del terreno che entra a costituire il bacino del Tevere; quanta la capacità de' serbatoj sotterranei che ne alimentano le sorgenti; e quanta l'azione moderatrice di essa, la quale influisce anche sui deflussi di anni successivi. Basta considerare che, mentre, per termine medio, il deflusso del Tevere equivale a 0,70 della pioggia, nell'anno 1827, in cui questa superò di $^3/_4$ la misura media, il deflusso del fiume si limitò a 0,47 di essa. Nel 1834 invece, anno asciuttissimo, nel quale la pioggia non giunse alla metà della media, e massimo esser doveva l'effetto dell'evaporazione, il deflusso del fiume corrispose a 0,964 della pioggia ed a 0,67 del modulo; lo che non poteva avvenire senza il concorso delle acque sotterranee accumulatesi negli anni anteriori.

Per spiegare tali fenomeni, in vero straordinarj, si è supposto che il Tevere riceva alimento anche dai prossimi bacini d'altri fiumi, e da quello eziandio del *Lago Fucino*, il quale, naturalmente chiuso, dovrebbe artificialmente scaricarsi nel Liri mediante la riattivazione dell'emissario di Claudio, che presentemente si va preparando [1].

(1) Nella Memoria sulla statistica de' fiumi ho notato come il Tevere siasi mantenuto fra il livello di massima magra, e quello di $0^{m.},60$ sopra, per 302 giorni continui nel 1825, per 172 giorni nel 1828, e per 180 giorni nel 1832, variando la sua portata unitaria fra i ristretti limiti di $160^{m.c.}$ e di $220^{m.c.}$; stato di permanenza che fa contrasto coi rapidi alzamenti ed abbassamenti delle piene. Quella del dicembre 1830 si alzò $6^{m.}$ in 24 ore, nel qual periodo la piena del 4 novembre 1827 si è abbassata di $4^{m.}$

La superficie del bacino del Tevere, generalmente montuoso, è di chil. quad. 16725; il suo modulo, di $292^{m.c.}$; il deflusso unitario di massima magra, di $160^{m.c.}$.

Dal 1822 al 1849 la pioggia caduta fu calcolata in $0^{m.},79$; e siccome il deflusso medio sarebbe stato 0,70 della pioggia, esso corrisponderebbe così ad uno strato d'acqua di $0^{m.},553$ disteso sull'intero bacino. La piena del 10 dicembre 1846 si elevò $10^{m.},91$ sulla massima magra, e la sua portata unitaria si calcola in $1700^{m.c.}$. Quella del 1598 sarebbesi elevata fino a $12^{m.},80$. Vedasi il prospetto annesso alla nota (C).

In quanto al lago Fucino, prossimo al bacino del Tevere fra i monti degli Abruzzi, nella Memoria sulla natura dei laghi (*Memorie dell'I. R. Istituto Lombardo*, vol. II, 1845), ho accennati i lavori intrapresi per la riattivazione dell'emissario dell'imperatore Claudio. Dimostrai gli inconvenienti cui si andrebbe incontro ove si procedesse al totale suo prosciugamento, che erasi proposto da una Commissione governativa; e come fosse preferibile il progetto anteriore di conservarne una parte, al fine di moderare le piene d'efflusso e di chiarificare le acque. I lavori sonosi non ha guari assunti da una società imprenditrice, che li ha di già iniziati, affidandone la direzione al chiarissimo ingegnere in capo Montrichet, il quale ha in precedenza proposti e diretti quelli veramente grandiosi per la costruzione del canale di Marsiglia derivato dalla Durance. Mi si fa credere che, rispetto al Fucino, egli dapprima inclinasse pel totale suo prosciugamento; ma che di poi siasi determinato a conservarne una parte, nella misura di circa un quarto; lo che coinciderebbe colla mia proposta.

Nella Memoria precitata ho pure riportata una osservazione di Girard, che, avendo fatto escavare tre pozzi lateralmente al Nilo, alle distanze di 3200^{m}, di 1800^{m}, e di 1200^{m}, quantunque il terreno interposto fosse costituito di sabbia, particolarmente tra il fiume ed i due pozzi più prossimi, pure, dopo tre mesi di magra continua, l'acqua del pozzo più lontano era tuttavia elevata 4^{m},97; quella del secondo, 4^{m},23; e quella del terzo, 3^{m},44 sul livello del fiume [1].

Appoggiato a questi fatti, che comproverebbero la lentezza colla quale scorrevano nei casi preaccennati le acque sotterranee per alimentare le sorgenti, ed avuto riguardo al grado variabilissimo di permeabilità dei terreni in un bacino molto esteso, quale sarebbe quello della Senna, si vedranno giustificati i miei dubbj sulla possibilità che ad esse sorgenti abbiano ad attribuirsi le maggiori piene de' grandi fiumi, il cui bacino sia in molta parte permeabile; supposto che il signor Belgrand presenta per altro in via puramente probabile e non assoluta [2].

Il concetto del signor Belgrand, del tutto nuovo, preso nel suo complesso, sembrami dover aprire alla scienza delle acque un vasto campo, fecondo delle più utili conseguenze. Se quelle cui egli giunse finora destarono qualche dubbio, lo si deve principalmente attribuire alla mancanza di dati di fatto, che egli stesso non ha dissimulata. A me parrebbe che nel dare più ampio sviluppo a' suoi principj d' idrologia, all'appoggio di ulteriori osservazioni maggiormente positive nella parte udometrica e nell' idrometrica, giovasse classificare le acque provenienti da pioggia o da disgelo, in sotterranee ed in superficiali, suddividendo poi queste, come egli ha fatto, in acque torrentizie ed in acque tranquille, mentre le altre sarebbero sempre tranquille. Il carattere più o meno torrentizio delle acque superficiali dovrebbe ripetersi, non solo dalla natura del suolo, dalla disposizione più o meno ripida dei versanti, dalla pendenza del *thalweg*, dalle maggiori o minori espansioni delle piene, e dalla lunghezza del corso delle acque stesse, per la quale la piena si va sempre più moderando; ma eziandio dalla rapidità ed intensità del fenomeno meteorico da cui questa dipende, ossia dalle combinazioni di quantità e di tempo nell' afflusso delle acque (C).

20. Influenza del gelo sulla permeabilità dei terreni. — Sarebbe poi a prendersi in considerazione la circostanza, che anche un terreno permeabilissimo potrebbe cessare di essere tale per effetto di forte gelo dopo una pioggia, al quale succeda repentino disgelo di neve che lo abbia ricoperto. Di ciò si è avuto l' esempio nelle brughiere dell' alto Milanese, ove il torrentello *Arno*, proveniente dai colli di Varese, attraversato il borgo di Gallarate, si disperde nel terreno diluviale permeabilissimo di esse brughiere. Sui primi di marzo del 1836, in conseguenza di un rapido disgelo di nevi, avvenuto appunto a suolo gelato, la brughiera non assorbì le acque di una piena, che si propagò a Turbigo, discendendo nella valletta dell'alta costiera del Ticino, sulla quale è disposta gran parte dell' abitato, colla distruzione della strada e coll' atterramento di dieci case.

(1) *Observations sur la Vallée de l'Égypte.* — *Mémoires de l'Acad. des sciences*, T. II, an. 1817. Paris, 1819.

(2) Vedasi la nota (L) sui nuovi studj del signor Belgrand.

Non essendovi memoria di altri casi analoghi per quella località, pare che, avuto riguardo alla somma permeabilità del terreno della brughiera, costituito da un immenso agglomeramento diluviale di ciottoli, ghiaje e grosse sabbie senza traccia di stratificazioni, siffatta combinazione sia rarissima, potendo però essere più frequente per terreni di una comparativa minore permeabilità. Di solito il terreno preso da gelo e di poi coperto da potente strato di neve, viene in parte sottratto all'azione della temperatura atmosferica: ed il calore della terra, che alla profondità di qualche metro si conserva alla misura media, nelle plaghe di moderata altitudine si propaga mano mano fino alla superficie del suolo, promovendone il disgelo insieme a quello degli strati più depressi della neve. Egli è per tal modo che infiltrandosi lentamente le acque nel terreno, vengono alimentate le sorgenti, che in generale sono maggiormente ricche nella primavera, dopo abbondanti nevi cadute nell'inverno [1].

21. Considerazioni generali sulle recenti piene de' fiumi, al confronto delle anteriori. — Col premesso sunto idrografico de' principali fiumi della Francia, nel compilare il quale, malgrado tutta la cura apportatavi, non avrò sicuramente evitato gravi inesattezze, attesa la circostanza di non avere visitati i luoghi, e l'incertezza o mancanza di molti dati, ho potuto ciò non pertanto porgere qualche idea dell'indole loro, della entità delle loro piene, e dei disastri che ne derivarono ai territorj adjacenti.

Rispetto alla Senna, si è veduto come ne' due secoli antecedenti le piene si elevassero a Parigi ad altezze assai maggiori, e come esse sieno scemate progressivamente. Pel Rodano pure si avrebbero indizj di piene anteriori, che oltrepassarono il limite di quella del 1840, ed altrettanto potrebbe dirsi per gli altri fiumi summentovati, se si fossero conservate memorie positive di simili eventi. Su questo particolare havvi in Francia la tradizione di una memorabile piena del Rodano e della Sonna, avvenuta, secondo taluni, l'anno 580 dell'era volgare, e secondo altri, l'anno 583 [2], e si ha motivo di credere essere l'identica che Paolo Diacono, autore dell'VIII secolo, indica siccome avvenuta in Italia l'anno 589 [3].

(1) Nelle grandi Alpi il regime delle sorgenti segue una legge diversa. Dalle osservazioni fatte dal sig. Charpentier intorno a que' ghiacciaj (*Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*. Lausanne, 1841) risulta che all'altitudine di 2000^{m} sul livello del mare, la minima temperatura costante nell'interno del terreno corrisponde a zero, ossia al grado di congelazione. La superficie di congiungimento de' ghiacciaj col terreno sottoposto rimane sempre congelata. Nell'estate, l'acqua proveniente dal disgelo superficiale de' ghiacciaj, attraversandone i pori e le fessure, penetra in quelle de' monti, da' quali scaturisce in forma di sorgenti. Queste veggonsi talvolta sgorgare da ghiacciaj anche nell'inverno, e devono in allora naturalmente risalire da serbatoj abbastanza profondi per trovarsi ad una temperatura più elevata. Ne consegue che, mentre questi serbatoj vengono alimentati nell'estate principalmente col disgelo de' ghiacciaj, le sorgenti che ne scaturiscono, continuano a scorrere per tutto l'inverno, riducendosi al minimo ai primordj della primavera, dal marzo cioè all'aprile, epoca cui corrisponde appunto la maggior magra dei fiumi alpini.

(2) Laval, Nota precitata sulla piena della Sonna. *Annales des ponts et chaussées*, 1841, sem. II, pag. 245. *Dizion. geogr. univers.*, art. *Lyon*.

(3) « Eo tempore fuit diluvium in finibus Venetiarum et Liguriae, seu cæteris regionibus Italiæ, quale » post Noë tempora creditur non fuisse. Factæ sunt » lacunæ possessiones seu villarum, hominumque » pariter, et animantium magnus interitus. Destructa » sunt itinera, dissipatæ viæ. Tantum tunc Athesis » fluvius excrevit, ut circa Basilicam sancti Zenonis » martyris, quæ extra Veronensis urbis muros sita » est, usque ad superiores fenestras aquæ pertinge» rent..... Facta est autem hæc inundatio sexto » decimo kal. Novembris. Sed et tantæ corusca-

A quella piena si attribuisce il cambiamento di corso dell'Adige per l'ultimo suo tronco fino all'odierna sua foce in mare. E poichè simili eventi sono rarissimi, e d'altronde quello di che si tratta, per la sua straordinaria misura e per le circostanze precedentemente esposte, doveva essere comune all'Italia ed a gran parte della Francia, egli è verisimile che la differenza della data possa dipendere da errore di scritturazione rispetto all'ultima delle tre cifre di quel numero, sembrando non potere del resto cader dubbio sulla precisione dell'epoca, che coincide colla morte di un pontefice [1].

Tali piene straordinarie precedettero in vero i diboscamenti de' monti e l'arginamento de' fiumi; circostanza la quale però non esclude il giusto timore che qualora si ripetessero le combinazioni de' fenomeni meteorici da cui dipendettero, i loro effetti, per le cause che si sarebbero aggiunte, non avessero ad aggravarsi al punto di sovrechiare i mezzi di difesa, anche laddove la previdenza umana li avesse regolati nel modo più razionale, punto che più innanzi sottoporremo a nuovo esame.

22. Provedimenti generali — Rimboschimento delle Alte Alpi proposto dall'ingegnere Surell. — Venendo ora a parlare de' provedimenti proposti per evitare i disastri delle piene, incomincereremo da quelli che si credono applicabili alla generalità dei fiumi, riservandoci di accennare di poi gli altri che lo sarebbero ad alcuni di essi soltanto, od a qualche particolare località sul loro corso.

L'ingegnere *Surell* fino dal 1841 pubblicò i suoi studj sui torrenti delle Alte Alpi, presentando una interessante monografia di quelli specialmente che costituiscono la parte maggiormente alpestre del bacino della Durance, intorno alla quale ho di già dato qualche cenno [2]. Egli propone d'imboschire di nuovo, con determinate regole, le pendici denudate ed in istato di sfacelo, incominciando dall'alto, lusingandosi di moderare così la violenza di molti di que' torrenti, e forse di estinguerli; lo che abbiamo veduto essersi operato dalla natura nella valle dell'Isère, sotto l'azione di circostanze maggiormente favorevoli. A facilitare lo sviluppo delle nuove piantagioni, praticherebbe numerose derivazioni dai torrenti, guidandole in rivi sulle falde denudate, ed aggiungerebbe eziandio, siccome mezzo ausiliare, l'uso delle serre, servendosi per la loro costruzione preferibilmente del materiale ricavabile dalle stesse piantagioni, mano mano che queste si vanno sviluppando. Trattandosi di operazioni che egli dichiara colossali, vorrebbe che si limitassero alle località ove sarebbero maggiormente urgenti.

23. Rimedj proposti da Polonceau — Fossetti orizzontali — Bacini di sedimento — Bacini di trattenuta — Arginature. — L'ispettore de' ponti e strade di Francia Polonceau, dopo la piena del 1846, pubblicò nel 1847 una Nota ove, richiamando i particolari di una ante-

» tiones et tonitrua fuerunt, quantæ fieri vix æstivo
» tempore solent... In hac diluvii effusione in tantum
» apud urbem Romam fluvius Tyberis exercvit, ut
» aquæ ejus supra muros urbis influerent, et maximas
» in ea regiones occuparent. Tunc per alveum ejusdem
» fluminis cum multa serpentium multitudine draco
» etiam magnæ miræque magnitudinis per urbem
» transiens, usque ad marem descendit. Subsecuta est
» statim hanc inundationem gravissima pestilentia
» quam inguinariam appellant: quæ tantæ populum
» stragi destinavit, ut de inæstimabili multitudine
» vix pauci remanerent. Primumque Pelagium papam
» virum venerabilem percutit (*sic*): et sine mora
» extinxit. Deinde, pastore interempto, se se per
» populum extendit (*De gestis Langobardorum*, lib.
» XVIII). »

(1) Questa, giusta il Sigonio, sarebbe avvenuta il 21 febbrajo del 590. *De regno italico*, lib. I. *Autharis*.

(2) *Étude sur les torrents des Hautes Alpes*, Memoria precitata.

riore sua Memoria sulle difese contro le irruzioni delle acque e sulla loro utilizzazione a benefizio dell'agricoltura, accenna i mezzi preventivi da lui reputati efficaci per impedire o moderare le piene de' fiumi. I rimedj da lui proposti sarebbero tre, applicabili alle diverse località che ne costituiscono il bacino [1].

Pei terreni in notevole pendio si escaverebbero, ad ogni intervallo di 50 o 60 metri, fossetti orizzontali, della capacità di circa mezzo metro cubico per metro corrente, dai quali l'acqua di pioggia verrebbe trattenuta per farla infiltrare nel terreno, oppure scaricare in velo sottilissimo dal labbro dei fossetti sulle pendici de' monti e delle colline.

I burroni e le valli, che talvolta si allargano e di poi si ristringono da strozzature naturali nelle gole dei monti, le chiuderebbe quivi con peseaje, per formarne altrettanti bacini o laghetti temporanei. Riempiti questi fino ad un certo limite, si utilizzerebbero le acque accumulate per le irrigazioni o per opificj, giovandosi della maggior capacità del bacino allo scopo di arrestare le acque di piena e scaricarle dopo la cessazione delle piogge, quando non possono più apportar danno. La diga o peseaja sarebbe in sostanza un argine di terra, attraversato al suo piede da una tomba di legname fornita di cateratta, e rafforzato internamente nella sua base da un palancato longitudinale che ne accresca l'impermeabilità. Per impedire che le acque soverchino la diga, lo che potrebbe accagionarne la distruzione, se ne deprimerebbe in una parte la sommità per 25 o 30 cent., costruendovi con tavole uno sfioratore, che le guidi a scaricarsi mediante canale simile sulla scarpa esterna.

I terreni di poco pendío, prossimi al fondo delle valli principali o secondarie, li ridurrebbe a praterie irrigabili per sommersione, da lui chiamate *bacini di sedimento* (*bassins de limonage*), cingendoli ed attraversandoli a tal uopo con arginelli che permettano di coprirli di uno strato d'acqua torbida a diversi livelli. Le acque limacciose di piena si estrarrebbero mediante appositi canali di derivazione dai prossimi rivi, coll'applicare alla bocca, a norma della loro altezza, partendo dalla soglia, pezzi di cateratta, da noi chiamati *soglini*, per escludere le acque del fondo, che convogliano sabbie e ghiaje; mentre le superficiali trasportano soltanto limo, col deposito del quale vengono fecondati i terreni.

Osserva Poloncean come que' tre rimedj sieno principalmente intesi a migliorare la condizione de' terreni; per cui generalmente si eseguirebbero i lavori a spese dei proprietarj, con un concorso a carico dello Stato o del Dipartimento a titolo di incoraggiamento. Impedito per tal modo il rapido afflusso delle piene, queste scemerebbero di altezza; e qualora si rendessero tuttavia necessarj gli argini a difesa delle depresse pianure, se ne potrebbe risparmiare il progressivo alzamento, che veste sempre il carattere di semplice palliativo, col quale, come egli avverte, non fu dato finora d'impedirne le irruzioni.

L'autore aggiunge il calcolo della spesa che potrebbe richiedere l'applicazione di tali provedimenti all'intero bacino della Sonna, argomento sul quale torneremo in appresso.

Rispetto ai fiumi che avessero a munirsi di nuove arginature longitudinali insommer-

(1) *Notes sur les débordements des fleuves et des rivières.* Paris, 1847. — *Des eaux relativement à l'agriculture; traité pratique*, etc. Paris, 1846.

gibili, raccomanda di non addossarle al letto ordinario di questi, sia per non rialzare di troppo le piene, sia per scemare l'impegno della loro difesa, consigliando d'interporvi golene di una larghezza complessiva equivalente a quella del letto stesso.

In quanto alle arginature della Loira al disotto di Orléans, sulle quali si vedono stabilite le principali strade del paese, sovente accompagnate da abitati, e che si troverebbero nella viziosa giacitura preaccennata, in luogo di rialzarle, vorrebbe che si avesse ad aggiungere a qualche distanza una nuova arginatura, permettendo nelle piene l'espansione delle acque sul terreno interposto mediante aperture a foggia di ponti, praticate negli argini esistenti.

24. Osservazioni dell'ingegnere Dumont sulla valle del Po, e sui provedimenti preaccennati. — L'ingegnere Aristide Dumont, che nel 1842 ebbe a visitare i fiumi della Lombardia, in una Memoria intitolata: *Delle opere pubbliche ne' loro rapporti coll' agricoltura*, stampata l'anno 1848, prende in esame l'argomento delle piene de' fiumi della Francia ed i proposti provedimenti, accennando eziandio a quelli in uso in Italia, e particolarmente nella valle del Po. Egli osserva come per i bassi territorj di questa gli argini insommergibili sieno un'assoluta necessità al fine di toglierli dalla condizione di paludi, attesa la soverchia depressione del terreno. Presenta un estratto di varie Memorie sul Po, comprese quelle da me pubblicate a tutto il 1844; omettendo per altro la parte ove si parla dello stabilimento del fondo del fiume. Egli invece dichiarasi d'avviso, che per effetto dell'arginamento, il suo letto si vada progressivamente rialzando, in guisa da divenire sempre più difficile e pericolosa la difesa della pianura. Nota come sotto tale rapporto la parte inferiore del bacino del Po si trovi in una condizione veramente critica ed allarmante, non vedendosi ove abbia ad arrestarsi un tale alzamento, e come dopo qualche secolo si possa riuscire a difendere la Lombardia.

Osserva in pari tempo, che mediante arginamenti si può migliorare in sommo grado la condizione delle pianure adjacenti ai fiumi della Francia, dichiarando preferibile un sistema di argini sommergibili, che moderino e regolino il corso delle acque esondanti, a quello di argini insommergibili. Circa ai primi per altro, i quali presenterebbero difficoltà non lievi nella loro applicazione, egli si astiene dall'indicare i metodi che sarebbero a seguirsi [1].

E rispetto alle proposte del signor Polonceau, egli le dichiara in massima utili, manifestando però qualche dubbio sulla possibilità di estenderle in generale, attese le difficoltà cui forse si andrebbe incontro sotto le viste amministrative. Egli vorrebbe regolare le cose in guisa di evitare possibilmente il simultaneo concorso delle piene degli influenti, ritardandolo a tal fine per alcuni ed accelerandolo per altri. Così, rispetto al Rodano, riconoscerebbe utile il partito de' bacini di trattenuta mediante dighe o pescaje sul Doubs, l'Errieux, l'Ardèche, il Roubion, mentre per la Durance, per la Drôme e pel Gardon preferirebbe arginamenti che accelerassero il corso delle acque.

25. Dighe, o serre traforate del comandante Rozet. — Dopo le inondazioni del 1856 il signor comandante Rozet ha presentato all'Accademia delle scienze la proposta di un provedimento che, secondo lui, arresterebbe la discesa delle materie dai monti, frene-

(1) Memoria precitata, p. 84.

rebbe l'afflusso delle acque ne' fiumi, e farebbe acquistare all' agricoltura vasti spazj occupati da greti, su' quali questi attualmente si espandono e scorrono sregolati. Egli distingue ne' torrenti delle regioni alpestri un bacino di ricevimento, susseguito fra strette gole da un canale chiamato pure di ricevimento, cui succede il ventaglio o letto di dejezione. Tanto all' imboccatura del canale di ricevimento, quanto lunghesso il corso di questo, raccoglierebbe i più grossi massi di roccia, o li farebbe precipitare dalle laterali costiere coll' uso delle mine, ammontiechiandoli al traverso a foggia di enormi dighe o pescaje, che riuscirebbero traforate (*criblantés*). Tali dighe, mentre arresterebbero le materie, permetterebbero, secondo lui, lo scarico delle acque, delle quali si verrebbe a moderare il corso, soverchiando queste tutt' al più, nelle maggiori piene, la cresta di esse dighe con un sottil velo.

Dimostrando l'esperienza che sopra il letto di dejezione, un masso del volume anche minore di un metro cubico non viene smosso dalla corrente, determinerebbe sulla superficie di esso letto, a partire dalla gola, la larghezza del canale di scolo, limitandolo per un lato mediante un ostacolo naturale, quale sarebbe una sponda di roccia, e parallelamente ad essa disporrebbe una linea di massi di circa un metro cubico di volume, collocati alla reciproca distanza di dieci metri, i quali sarebbero atti a contenere il corso principale delle acque. Queste poi si espanderebbero negli intervalli de' massi sulla superficie del ventaglio, ove si costruirebbe una serie di traverse o *trincee* colla escavazione di fossi orizzontali a monte di esse. Per tal modo egli si riprometterebbe di promovere la deposizione del limo sulla superficie del ventaglio, che verrebbe così utilizzata. Qualora la località non permettesse di ricavarne i massi di roccia di sufficiente volume, questi si costruirebbero mediante calce idraulica [1].

26. Proposta dell'ingegnere Dausse di sopprimere gli argini insommergibili. — Il signor Dausse, il quale, come vedemmo, sta tuttavia occupandosi della statistica dei fiumi della Francia, in una Memoria presentata nel giugno 1856 tanto al Consiglio de' ponti e strade, quanto all'Accademia delle scienze, dimostra come vadano ripetendosi a brevi intervalli i disastri delle inondazioni, accenna alle immense sciagure che colpirebbero Parigi ove sopravenisse una piena simile a quella del 1615, la quale inonderebbe a notevoli altezze estesi quartieri di quella metropoli, giusta le misure che va indicando, ricavate da apposite livellazioni. Osserva che gli argini detti impropriamente insommergibili, mentre concorrono ad accrescere l'altezza e la portata delle piene, non valgono ad impedirne le irruzioni sulle pianure che dovrebbero proteggere, aggravando al contrario il male. Egli vorrebbe che si ritornasse all' antico sistema di difendere le sponde, di erigere, ad una conveniente distanza da esse, semplici creste od arginelli, destinati a difendere la pianura dalle piene ordinarie, lasciando che quelle maggiori vi si espandano e le fertilizzino col deposito del limo. Gli argini insommergibili dovrebbero limitarsi a circondare gli abitati, quando non si preferisse di rifabbricare questi sopra suolo maggiormente elevato, giusta l' esempio datone dagli antichi re dell'Egitto. Osserva come la pianura d'Avignone, dopo l' inondazione del Rodano del 1840, abbia avvantaggiato ne' prodotti del suolo, stato fertilizzato col deposito del limo, e come per dichiarazione del signor De Gasparin, i

(1) *Comptes-rendus*, etc., 26 mai 1856, p. 491.

terreni in golena costeggianti questo fiume, sotto tale rapporto sieno maggiormente apprezzati, ed abbiano un valore commerciale più elevato, al confronto di quelli protetti dai così detti argini insommergibili. Vorrebbe che, ove la località lo permetta, avesse ad estendersi la formazione di bacini temporanei di trattenuta coll' erezione di dighe simili a quella di *Pinay;* che nel corso superiore dei fiumi della Francia si applicasse pure la proposta del comandante Rozet per frenare l' afflusso delle acque, e che si avessero a rimboschire i terreni in forte pendío, ed anche le rocce, siccome sarebbesi intrapreso nelle grandi Alpi [1].

27. Opinioni dei tecnici della Francia sugli effetti del diboscamento e rimboscamento. — In quanto al rimboscamento de' monti, i tecnici della Francia, in generale, lo considerano siccome provedimento efficace per arrestare il loro degradamento, moderare l' afflusso delle piene, e rendere più regolare il regime de' fiumi coll' accrescere la copia delle sorgenti che ne alimentano le magre. Ma lo reputano applicabile a date località soltanto, in guisa da non potersi sopra di esso calcolare siccome pronto rimedio ai frequenti disastri delle inondazioni, sia per la limitata sua estensione, sia pel tempo che naturalmente deve decorrere avanti che se ne manifestino i salutari effetti.

Intorno a questo particolare il signor Belgrand, ne' suoi studj idrologici sul bacino della Senna, osserva che ne' terreni permeabili riccamente boscati la portata delle piene limpide ha un rapporto assai più grande con quella delle magre, che non sia in terreni diboscati, ove un tale rapporto scema e si approssima all'eguaglianza. Egli ne riconoscerebbe la causa in ciò, che nell' estate, cadendo la pioggia sulle foglie degli alberi, ne risulta altrettanto pronta l'evaporazione come se ne venisse penetrata la sola superficie del suolo denudato; per cui nessun vantaggio se ne avrebbe per alimentare le sorgenti. Nell' inverno invece, malgrado all' essere gli alberi spogli di foglie, conservando essi maggiormente l' umidità del terreno, si accresce la copia delle acque che alimentano le sorgenti. Ne conchiude perciò, che se fosse provato avere i boschi nell' estate una debole azione per alimentare le sorgenti, e che invece nell'inverno aumentassero in notevole misura la portata di esse sorgenti, converrebbe inferirne che il rimboscamento de' monti, lungi dal rendere regolare il regime di queste, influirebbe ad accrescerne la irregolarità [2]. A tale conclusione egli darebbe appoggio con una serie di osservazioni fatte allo scopo di determinare il rapporto fra le piogge ed i deflussi per fiumicelli e rivi a bacino permeabile od impermeabile, più o meno boscati, le quali vedonsi esposte in una Memoria pubblicata nel 1854 [3].

28. Provedimenti locali — Proposta dell'ispettore Vallée pel chiudimento temporaneo del Lemano e per la diversione dell'Arve in occasione delle piene del Rodano. — Passando ora a discorrere de' provedimenti locali, vedrebbesi incaricato l' ispettore *Vallée* di ripigliare gli studj già da lui intrapresi per ridurre il lago di Ginevra alla condizione di bacino artificiale, mediante un *regolatore* applicato all'emissario, allo scopo di moderare, col temporaneo suo chiudimento, le piene del Rodano, e di alimentarne le magre colle acque accumulate. Pel primo dei fini preaccennati, veduto ora che il solo chiudimento del

(1) *Comptes-rendus*, etc. 30 giugno 1856, p. 1241.
(2) Memoria precitata del 1852, pag. 27.
(3) *Annales des ponts et chaussées*, 1854, semestre I.

lago non basterebbe ad alleviare sufficientemente le piene del Rodano, vi associerebbe la proposta di un diversivo dell'Arve, col quale questa si rivolgerebbe nel Lemano a monte, oppure a valle di Ginevra, per quel tempo che basti. Potendosi in tal modo sottrarre alla piena del Rodano a Lione circa $1000^{m.c.}$ per $1''$, quindi un quinto della sua portata massima, supposta una velocità di 3^m per $1''$, verrebbesi, giusta il signor Vallée, ad abbassare la piena di $1^m,45$.

Stabilitosi un uffizio centrale in Lione, il telegrafo vi trasmetterebbe gli avvisi delle osservazioni udometriche ed idrometriche praticate ne' varj luoghi del bacino del Rodano, in relazione alle quali si regolerebbero tosto i provedimenti da darsi a Ginevra.

Osserva il signor Vallée, che se, per esempio, si manifestasse uno scirocco infocato, da cui venisse promossa pioggia o liquefazione di nevi sulle Cevenne e sulle Alpi, si starebbe in guardia tre o quattro giorni in precedenza all'evento. Nel caso di sciagura probabile, si vuoterebbe al più presto l'acqua accumulata nel lago, in aspettazione della piena; accrescendosi il pericolo, si chiuderebbe, dapprima in parte e di poi in totalità, il regolatore dell'emissario; finalmente, approssimandosi il male al suo colmo, si divertirebbe l'Arve nel lago. Nota l'autore, che le grandi inondazioni avvengono al principio dell'estate od all'approssimarsi dell'inverno, epoche nelle quali le acque del lago non sono molto alte, per cui di raro occorrerebbe operare nel modo suindicato. Soggiunge poi, che si posseggono sull'argomento copiosi dati, che dovranno consultarsi accuratamente nell'approfondire gli studj d'un progetto, la cui riuscita non potrebbe porsi in dubbio, e che per questa ragione dovrebbe prevalere a tutti gli altri, de' quali si sta ora occupandosi [1].

Il signor Dausse, nella Memoria precitata del 1856, raccomanderebbe eziandio la proposta del signor Élie de Beaumont, di rivolgere momentaneamente una parte della piena del Rodano nel prossimo laghetto di Bourget sul territorio sardo; provedimento che il signor Vallée reputerebbe di poca efficacia, attesa la limitata capacità di esso laghetto.

29. Proposte degli ingegneri Montrond e Cunit circa al compimento delle arginature dell'Isère. — L'ingegnere *Montrond*, che intorno al 1840 assunse la dirigenza dei lavori di arginamento dell'Isère sul territorio francese, e che dapprincipio li collaudava ed eziandio li incoraggiava, dopo studj più maturi, si è persuaso de' tristi effetti che dovevano derivarne tanto per le località immediatamente difese, quanto per l'intero sistema del Rodano, che viene così a peggiorare di condizione. Ed in una Memoria pubblicata nel 1847 [2], dopo avere sviluppato il suo concetto con qualche traccia di una dottrina idraulica maggiormente generale, e cioè del moto variabile delle acque, nel quale prende a considerare anche la capacità degli alvei, conchiude con una specie di protesta contro il metodo finora seguito. Per la parte del fiume che rimane ad arginarsi egli preferirebbe agli argini longitudinali addossati, una serie di argini trasversali insommergibili, che si attaccassero alle alte coste o ad argini longitudinali, pure insommergibili, posti a notevole distanza dal fiume, meno nelle concavità delle svolte, ove vi si dovrebbero approssimare. Per siffatta guisa, mentre si lascerebbe un vasto campo alle espansioni delle piene, che

(1) *Comptes-rendus*, etc., juin, 1856, pag. 1141. Figuier, *L'année scientifique et industrielle*. Paris, 1857, pag. 178.

(2) *Du Rhône*, etc. Memoria precitata.

ne scemerebbero l'altezza e la portata, si ritarderebbe il deposito delle materie che, secondo lui, tendono a rialzare il fondo del fiume.

Egli partirebbe dal principio, che anche anteriormente ai praticati arginamenti, il letto del fiume andasse progressivamente rialzandosi per replezione; alzamento che procedeva lentamente attesa l'ampiezza delle spiagge sulle quali spagliavano le acque, ma che continuerebbe con maggiore rapidità qualora venisse ristretto lo spazio fra arginature. A prova del suo principio pone a confronto la pendenza dell'Isère con quella della Durance, che è tripla, come abbiamo veduto, notando quanto manchi al primo per acquistare una pendenza normale mediante alzamenti. Egli osserva eziandio, che per siffatta circostanza, appunto nella valle dell'Isère tutti gli abitati vedonsi collocati sulla sommità dei conoidi de' suoi influenti laterali dianzi mentovati, o sopra costiere di monti alquanto elevate, e giammai sul fondo di essa valle; e che qualche traccia di alzamento vedrebbesi pure nell'antichissima città di Grenoble, attraversata dal fiume.

L'ingegnere *Cunit*, in una Memoria pubblicata nel 1851 sull'arginamento dell'Isère [1], del quale presenta un progetto preventivo, prende in vece a dimostrare come, avuto riguardo alle speciali condizioni del fiume, sia necessario continuare col metodo intrapreso degli argini addossati, malgrado gli inconvenienti che ne conseguono, atteso che trattasi di un fiume delle Alte Alpi con piene estive, le quali impediscono di ricavare qualche profitto dal suolo su cui si espandono. Osserva essere un difetto sommo il divario della pendenza dell'Isère che, scemando da monte a valle, riducesi sopra Grenoble fra' suoi serpeggiamenti ad una metà e ad un terzo di quella che ha alla frontiera della Savoja, essendo del resto, secondo lui, inevitabile che le ghiaje, le quali in precedenza agli arginamenti erano di già giunte a Lancey, abbiano a progredire più abbasso. Egli perciò dichiara di assoluta urgenza i raddrizzamenti, coi quali verrebbero tolte siffatte anomalie di pendenze, coordinandoli al proseguimento delle superiori arginature. Nel relativo progetto egli indica le linee secondo le quali verrebbe a disporsi il fondo del fiume ed il pelo d'acqua delle piene, che servirebbero di traccia per stabilire l'altezza dei nuovi argini.

30. Nuovo principio idraulico del signor Dausse, ed applicazione che vorrebbe farne. — Lo stesso signor Dausse il 13 dello scorso aprile ha presentato all'Accademia delle scienze una sua Memoria, la quale, secondo lui, conterrebbe un principio idraulico del tutto nuovo, suscettibile di utilissime applicazioni [2]. Esso consiste in ciò, che mentre il fondo de' fiumi scorrenti sulle proprie alluvioni dovrebbe costituire una curva continua colla convessità rivolta verso il centro de' gravi; qualora nel loro letto alternino larghe spiagge e tronchi rinserrati e raccolti, la pendenza di questi risulta minore di quella delle spiagge che loro succedono a valle, per cui è tolta la regolarità della curva suindicata, siccome avrebbe rilevato avvenire rispetto alla Durance. Egli attribuisce questa giudiziosa osservazione ad abili ingegneri sardi, che ne avrebbero fatto applicazioni felicissime; ed accenna al profilo dell'Arve, ove ai due tratti di recente arginati, detti di Bonneville e di Contamine, aventi la pendenza di $\frac{1,8}{1000}$, è interposto un letto di dejezione della lunghezza di 7 chilom., la cui pendenza si comprende fra i limiti di $\frac{3}{1000}$ a monte, e di $\frac{1,9}{1000}$ a

(1) *De l'endiguement de l'Isère*. Mem. precit. | (2) *Comptes-rendus*, etc., 13 avril, 1857, p. 756.

valle. E poichè a monte di Lione il Rodano, partendo da Thil, scorre vagante in letto larghissimo, che raggiunge i tre chilom., colla notevole pendenza media di $\frac{0,93}{1000}$, egli propone d'incanalarlo in lunghezza di circa 13 chilom. con un letto minore, il quale abbia la larghezza del tronco arginato attraversante la città (208^m), rinserrandolo fra arginature, non longitudinali, ma trasversali, che permettano tuttavia negli intervalli loro l'espansione delle acque. Quando poi questi intervalli si fossero rialzati quanto basta coi depositi, sostituirebbe agli argini trasversali altri longitudinali, ma sommergibili dalle piene più che ordinarie, riservate però lateralmente fra essi ed il fiume spaziose golene. Un ristringimento di sezione vorrebbe pure operarlo sopra le spiagge che succedono alla confluenza della Sonna fino alla strozzatura d'Irigny, distante 7300^m, al fine di promovere una escavazione del letto del Rodano, la quale, a suo avviso, si propagherebbe a monte a tutto il tronco che bagna Lione, con un verisimile abbassamento di fondo e di piena di 0^m,90, rimedio che, secondo lui, sarebbe altrettanto prezioso che sicuro. Anche per l'Isère, di cui va a rettificarsi il corso nella pianura di Tullins a valle di Grenoble, vorrebbe che si avesse a restringere il letto, attualmente largo 240^m, riducendone una parte a golene, allo scopo qui pure di promovere a monte l'escavazione dei depositi portativi dal Drac, i quali, oltre al cagionare frequenti rotte d'argini a danno dei terreni adjacenti, fanno rigurgitare le piene fino a Grenoble in una misura sempre crescente.

31. Diversivo del Rodano sopra Lione, ed altro proposto da Cordier per la Senna sopra Parigi. — Nella lettera precitata dell'Imperatore parlasi di uno sfioratore (*déversoir*), che dovrebbe farsi a Lione, simile a quello che sarebbesi di già costrutto a Blois sulla Loira, e suppongo che abbia a consistere in un diversivo del Rodano attraversante la pianura della Guillotière a sinistra del fiume, al fine di procurargli ivi una sezione proporzionata alla sua portata nelle maggiori piene.

Uno scopo simile avrebbe avuto il diversivo, in parte sotterraneo, proposto nel 1827 dal defunto ispettore de' ponti e strade Cordier, che doveva incominciare a monte di Parigi a sinistra della Senna, nella quale avrebbe terminato a valle di Sèvres.

Il progetto comprendeva la derivazione di un tratto di canale navigabile dalla Marna alla Senna; la costruzione di un'ampia darsena nella pianura d'Ivry sopra Parigi, e la creazione di una immensa forza motrice colle acque della Senna stessa sostenute; forza che sarebbesi impiegata per animare opificj, e principalmente per meglio assicurare l'approvigionamento delle acque potabili, o destinate ad altri usi edilizj della metropoli (1).

32. Considerazioni sull'arginamento del Po e sugli effetti che se ne sono ottenuti. — Avanti di prendere in esame le proposte summentovate, gioverà premettere un cenno sulla condizione delle arginature del Po; oggetto la cui cognizione sembra interessi le vedute del Governo francese, il quale, anche nello scorso autunno, spedì l'ingegnere in capo signor Nadault de Buffon (2) a visitare i luoghi ed a raccogliere notizie.

(1) Cordier, Memoria precitata del 1827, cui altre due ne susseguono concernenti la parte economica della proposta, pubblicate nel 1828 e nel 1829.

(2) È l'autore del pregevole trattato teorico-pratico delle irrigazioni, pubblicato nel 1844, in 3 volumi, con atlante, sotto il titolo: *Des canaux d'arrosage de l'Italie septentrionale dans leurs rapports avec ceux du midi de la France*, del quale sta per dare una seconda edizione.

In parecchie mie Memorie ho tessuto la storia dei cangiamenti cui soggiacque il corso di questo fiume, e del suo arginamento, rettificando mano mano, dietro più accurate indagini, i fatti anteriormente esposti, particolarmente in quanto risguardano le alterazioni che possono essere avvenute nella posizione del suo fondo [1].

Avrei ivi dimostrato che l'arginamento del Po fu una necessità, non solo attesa la depressione delle campagne sommergibili dalle sue piene, ma per la circostanza eziandio che, avvenendo queste nell'estate, in occasione del periodico disgelo delle nevi alpine, sarebbe stato mestieri conservarle senza di ciò nella primitiva condizione di boschi per la parte elevata, e di paludi per la parte più bassa, ove la *mal'aria* avrebbe continuato a dominare in conseguenza delle alternate emersioni del terreno palustre in quella stagione. Avrei pure fatto conoscere come, con un ben inteso sistema di manutenzione e di sorveglianza, la quale procede nel modo più semplice, dopo la sistemazione delle arginature rarissimi sieno stati i casi di rottura e di conseguente inondazione.

In quanto al supposto progressivo alzamento del fondo del Po, che vorrebbesi attribuire alle sue arginature, ho provato con fatti irrefragabili, che presso la foce del Mincio esso è rimasto inalterato pel corso di quattro secoli e mezzo; lo che sembra verificarsi anche pel corso superiore. Si avrebbero indizj soltanto di un alzamento di fondo di qualche decimetro avvenuto in questo secolo in prossimità dell'ultima confluenza del Panaro, ed in maggior misura, come era naturale, pel tronco estremo presso le foci che si vanno protraendo in mare. Siccome però dalla detta confluenza del Panaro discendendo, in questi ultimi secoli ha essenzialmente variato il corso del Po coll' abbandono del ramo di Ferrara, siffatta circostanza ha contribuito a rendere incerte le conclusioni delle osservazioni praticate in quel punto circa all'entità dell'avvenuto alzamento.

Nell'ultima mia Memoria del 1852, concernente i cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po nel territorio di Ferrara, dopo le premesse discussioni sulle circostanze di fatto prese ad esame, conchiudeva, che verrebbero da esse confermati i seguenti principj idraulici:

« L'arginamento di un fiume è generalmente cagione immediata di alzamento delle sue piene, ma in pari tempo di abbassamento del suo fondo, attesa la maggior forza della corrente raccolta, e quindi l' aumentata azione escavatrice di essa. »

« È bensì vero che per tal modo le materie più grosse si spingono maggiormente innanzi, ma esse possono in pari tempo disporsi sotto una pendenza minore. »

« L'arginamento dei tronchi superiori di un fiume accresce la portata, e quindi l' elevazione delle piene negli inferiori, in conseguenza del più rapido afflusso in questi. »

« Quando il corso di un fiume non è stabilito, perchè inalveato sopra un terreno

(1) *Intorno al sistema idraulico del Po, ai principali cangiamenti che ha subito, ed alle più importanti opere eseguite o proposte pel suo regolamento.* Milano, 1840.

Altre osservazioni sul Po. Milano, 1843.

Cenni idrografici sulla Lombardia. Formano parte del volume delle *Notizie naturali e civili su la Lombardia*, pubblicato dal dott. Carlo Cattaneo. Milano, 1844.

Dei cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po nel territorio di Ferrara. Milano, 1852. (Vedansi anche le *Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo*, vol. IV.)

Delle tre prime Memorie hanno dato un estratto l'ing. Baumgarten nel vol. XII, 1847, sem. I degli *Annales des ponts et chaussées;* e l'ing. Dumont nella precitata sua Memoria: *Des travaux publics*, etc.

d'alluvione immaturo, mancante cioè della necessaria pendenza, egli è naturale che dopo l'arginamento abbia a riuscire rapido l'alzamento del suo fondo. Ciò è avvenuto per l'Adige e per il Brenta, e recentemente anche pel Reno, inalveato dopo il 1761 nel Cavo Benedettino e nell'antico Po di Primaro. E quantunque, ove non sopraggiungano alterazioni nel regime dei tronchi superiori, il fondo del fiume, dopo qualche tempo, vada a stabilirsi, se però questo sovrasti alle laterali campagne, la condizione dei territorj che attraversa è sempre precaria, trovandosi ad ogni piena minacciati da gravissimi disastri. L'arginamento dell'ultimo tronco di un fiume in prossimità della foce in mare, è causa di alzamento di fondo nel tronco immediatamente superiore, sia perchè il rigonfiamento delle acque che ne deriva cagiona ivi regurgiti, e quindi depositi, sia perchè si accelera così l'avanzamento della foce in mare. Tale protrazione di foce non porta però di conseguenza un alzamento di fondo, che corrisponda ad un proporzionato avanzamento dell'intero sistema delle pendenze; lo che condurrebbe all'assurdo, che gli alzamenti avessero ad essere maggiori nelle parti più lontane. Mano mano che la foce si avanza, rimangono a maggior distanza le materie più grosse, e si allunga il tronco pel quale basta una pendenza sempre minore ».

« Se, generalmente parlando, le diversioni delle acque di un fiume tornano di pregiudizio al suo regime, riescono invece utili ad esso qualora avvengano in prossimità delle sue foci in mare » (D).

33. Esame degli effetti del rimboschimento de' monti e dell'influenza de' boschi in generale. — Rispetto ai provedimenti preventivi preaccennati, aventi lo scopo precipuo di moderare l'afflusso delle piene, è a prevedersi che, in quanto al rimboscamento delle pendici delle Alte Alpi, proposto dall'ingegnere Surell, e che sembra siasi di già iniziato dal Governo di Francia, abbiansi ad ottenere ottimi effetti per arrestare i progressi del male, e fors'anche per scemarne la misura, avuto specialmente riguardo alla condizione geologica e meteorica di quella plaga. Ed è a desiderarsi che ad operazioni simili si ricorra anche in altre regioni montuose, ove sia dato applicare un così salutare provedimento.

E parlando della influenza de' boschi in generale, sembra che dalla loro esistenza dipenda in gran parte la condizione igrometrica ed udometrica di un paese, sia che si consideri il modo col quale essi esercitano tale influenza, sia che si consultino i fatti nelle località ove mano mano vennero distrutti. I boschi, conservando l'umidità del terreno nella stagione estiva, ove abbiano grande estensione, pare abbiano ad essere causa di più frequenti piogge anche in quella stagione. In quanto alla loro influenza sulla idraulica condizione di un paese, sembra che, cessato col diboschimento quello stato di permanente umidità del terreno, venga meno eziandio l'alimento che ne ritraggono le sorgenti. Se poi si consideri che, tolto così nelle regioni de' monti il ritegno delle radici, si promove il degradamento delle loro pendici colla formazione di rivi, burroni e torrenti, ove le acque raccolte più rapide discendono al piano, pare doversene inferire che a tale causa abbiasi in parte ad attribuire la maggiore elevazione delle piene de' fiumi e l'accresciuta portata di esse. Questa invece sarebbe scemata per le magre alimentate dalle sorgenti, con uno squilibrio così assai più pronunciato nel regime dei fiumi, taluni de' quali per siffatta causa cessarono di essere navigabili da epoche non molto remote. Egli è perciò verisimile che dalla preesistenza de' boschi dipendesse la maggior misura delle piogge

annuali, e fors' anche di quelle piogge diluviali che sono atte a promovere piene affatto straordinarie, particolarmente in territorj poco montuosi, quali sarebbero quelli costituenti il bacino della Senna, ove avrebbe influito assai meno il degradamento delle pendici; lo che potrebbe per avventura spiegare la progressiva diminuzione della portata delle sue piene negli ultimi secoli (1). Ammesso quindi col signor Belgrand, che per i motivi preaccennati i boschi abbiano ad accrescere la copia delle acque sotterranee nell' inverno, particolarmente pei terreni permeabili, non potrei egualmente convenire con lui che non influissero ad aumentarle eziandio nell' estate. E ciò malgrado alcuni fatti che ebbe a riportare a sostegno del proprio assunto, i quali si riferiscono a bacini isolati, talvolta della superficie di qualche chilometro, pei quali arduo riesce l'istituire confronti, attesi principalmente i notevoli divarj che possono esservi negli accidenti del terreno, dai quali in gran parte dipende la maggiore o minore rapidità degli afflussi.

Dalle premesse considerazioni si può inferire, che mentre dal rimboschimento applicato alle regioni montuose devonsi attendere effetti salutarissimi, allo scopo precipuo di arrestare il degradamento delle pendici, non vi sarebbe un motivo plausibile per estenderlo a quelle piane o semipiane, ove la distruzione de' boschi fu un' assoluta necessità portata dai progressi dell' incivilimento. Ivi la coltura de' boschi non potrebbe essere consigliata che dalla circostanza di essere la più profittevole, attesa la sterilità del terreno (E).

34. Calcolo della spesa richiesta dall'applicazione de' rimedj proposti da Poloncead. — Abbiamo osservato come l' ispettore Poloncead abbia proceduto ad un calcolo, al fine di determinare la spesa che richiederebbe l'applicazione de' rimedj preventivi da lui proposti pel bacino della Sonna, della superficie di 30647 chilom. quad. Quella della escavazione dei fossetti orizzontali sopra terreni in sensibile pendío, della superficie di 20000 chilom. quad., sarebbe di 60 milioni; quella per la formazione di 500 *bacini di trattenuta* nelle gole de' monti, di due milioni e mezzo; e quella per 500 chil. quad. di *bacini di sedimento* sopra praterie di lieve declivio, di 10 milioni; di modo che la spesa complessiva sarebbe, pel bacino della Sonna, di settantadue milioni e mezzo. E siccome la superficie totale dei bacini dei principali fiumi della Francia, ai quali reputa applicabili siffatti provedimenti, e cioè del Rodano, della Garonna, della Loira e della Senna, equivarrebbe a dodici volte quella del bacino della Sonna, ne consegue che il dispendio totale ascenderebbe alla somma di 870 milioni, cui, giusta la proposta, dovrebbero far fronte, per 721 milioni i privati, per 101 milioni lo Stato, e per 48 milioni i Dipartimenti.

35. Calcolo degli effetti che se ne sarebbero avuti nelle piene della Sonna del 1840 e del 1850 ove si fossero applicati al suo bacino. — Premesse queste considerazioni rispetto alla parte economica, passeremo ora a quelle concernenti la parte idrometrica, onde determinare il grado di efficacia di tali provedimenti, supposti applicati nell'indicata misura a tutto il bacino della Sonna. Il signor Poloncead determinava in 200 milioni di m. c. la capacità dei *fossetti;* in 47 milioni quella di 500 *bacini di trattenuta;* ed in 150 milioni quella

(1) Nella precitata recente Memoria del sig. Belgrand sul servizio idrometrico della Senna, egli presenta dei dubbj circa alla realtà della piena del 15 luglio 1615, e sulla causa della straordinaria elevazione di quelle del 1651 e del 1658, ch' egli attribuirebbe principalmente all' accumulamento dei ghiacci. Vedasi la nota finale (N).

dei *bacini di sedimento;* in tutto 397 milioni di m. c., che io porto a 500 milioni, aggiungendone 103 per l'effetto delle infiltrazioni, le quali dovrebbersi promovere con que' mezzi. Oltre ad una metà tale capacità risguarderebbe i fossetti, la cui azione sarebbe indipendente dalla mano dell'uomo, e cesserebbe dopo il loro riempimento. L'azione in vece degli altri due mezzi, secondo il signor Poloneeau, dipendebbe dall'arte; e dovendosi supporre che ne venga esaurita la capacità ne' primi stadj della piena, ne consegue che di poi l'afflusso delle acque continuerebbe ad essere libero. Considerata una piena della Sonna nell'ultimo suo tronco presso Lione, e precisamente alla scala idrometrica di Trévoux, posta 24 chilom. a monte, ove la Commissione di Lione ha determinata la misura dei deflussi, e distinta la stessa ne' tre stadj di *piena crescente*, di *colma*, e di *piena decrescente*, egli è naturale il supporre, che, avuto riguardo alle distanze, alle pendenze, ed alla lentezza colla quale ivi si forma la piena, sul primo stadio abbia ad influire la trattenuta di afflusso per tutto il bacino della Sonna inferiore, e per le parti più prossime di quelli del Doubs e della Sonna superiore. Le parti mano mano più lontane di questi ultimi influiranno sullo stadio di *colma*, e quelle prossime alle più remote sorgenti, poste dai 300 ai 500 chilom. di distanza, influiranno in parte anche sullo stadio di *piena decrescente*, in quanto che per esse la porzione di afflusso trattenuto sarebbesi senza di ciò propagato soltanto in parte sino alla foce nel colmo della piena, concorrendovi al declinare di essa la porzione residua, che distesa dapprima in espansioni lungo il corso fluviale, discenderebbe di poi più lentamente.

Secondo questi principj ho posto a confronto i deflussi di piena cogli afflussi trattenuti, nel prospetto IV per la straordinaria piena del 1840, e nel prospetto V per quella del gennajo e febbrajo 1850, che è la maggiore conosciuta dal 1844 al 1855. I dati per la prima gli ho ricavati dalla Memoria precitata dell'ingegnere Laval [1], e per la seconda li ho desunti dai prospetti comunicatimi dalla prefata Commissione idrometrica di Lione. La distribuzione degli afflussi trattenuti ne' diversi stadj di esse piene ho procurato di regolarla con norme razionali, ma in via puramente presuntiva, siccome avviene di solito nel trattare le principali quistioni concernenti la fisica de' fiumi, non potendosi del resto temere che il difetto di precisione numerica sia tale da alterare le conseguenze cui discenderemo.

Per la piena del 1840 non conosceva, rispetto a Trévoux, che l'altezza massima di $8^m,50$ sulla magra, altezza in parte dovuta all'enorme ringorgo avvenuto sopra Lione. Ho quindi supposto trasportate ivi le altezze giornaliere osservate a Màcon, che trovasi 49 chilometri a monte, fattavi qualche riduzione al fine di poter considerare libera la sezione, ed applicarvi la scala dei deflussi predisposta (F).

Dal calcolo istituito risulterebbe che, mentre nello stadio di *piena crescente*, il quale durò nove giorni, il deflusso integrale di essa, prededotto quello ordinario del fiume, quale avevasi al principio della piena, fu di 960 milioni di m. c., di questi se ne sarebbero trattenuti 286 milioni; che nello stadio di *colma*, il quale durò quattro giorni, sopra un deflusso di 997 milioni di m. c, se ne sarebbero trattenuti 145 mil.; e che nello stadio di *piena decrescente*, il cui deflusso integrale ne' quindici giorni successivi sarebbe

(1) Laval, Nota precitata sulla piena della Sonna. *Annales des ponts et chaussées*, 1841, sem. II.

asceso a 2581 milioni, l'afflusso trattenuto avrebbe corrisposto ai residui 68 milioni di m. c. Al termine di tale periodo la piena superava tuttavia il colmo di quella del 1850; e supposto che abbia durato altri 20 giorni per ridursi allo stato ordinario iniziale, se ne avrebbe un ulteriore deflusso di 1560 milioni di m. c. Il deflusso integrale di questa piena, memorabile tanto per la sua misura massima quanto per la sua durata, sarebbe asceso ad oltre 6000 milioni di m. c., per cui il volume delle acque trattenute verrebbe a riuscire un dodicesimo soltanto di esso. L'abbassamento dell'altezza massima ridotta sarebbe stato di $0^m,75$, che potrebbe accrescersi a circa $0^m,90$, considerato per l'altezza effettiva regurgitata; e la portata massima unitaria, dai m. c. 3400 sarebbesi ridotta a 2901 m. c., con una diminuzione di m. c. 499, ossia di 0,147.

Nella piena del 1850, che a Trévoux si alzò a $5^m,48$ sulla magra, il deflusso di *piena crescente*, dedotto come sopra quello ordinario, sarebbe stato in dodici giorni di 792 milioni di m. c., de' quali se ne sarebbero trattenuti 315 mil. Il deflusso di *colma* in sei giorni sarebbe asceso a 787 milioni, e la parte trattenuta a 182 milioni; e finalmente nel periodo di *piena decrescente*, che durò quindici giorni, il deflusso sarebbe stato di 731 milioni di m. c., e la trattenuta di due milioni, dipendentemente dalla maggior durata dei primi due periodi in confronto della piena del 1840. Il deflusso integrale di questa piena sarebbe così risultato di 2310 milioni di m. c., ossia poco più di un terzo di quello della piena del 1840; e la parte trattenuta corrisponderebbe pressochè ad un quarto. Con tutto ciò l'abbassamento del colmo sarebbesi limitato a soli cent. 68, e la diminuzione della portata massima a 369 m. c. sopra 2105, ossia a 0,175.

36. Confronto di tali effetti con quelli avutisi dalle dighe dell'alta Loira. — Se si consideri che mediante le dighe di *Pinay* e della *Roche*, le acque della Loira superiore trattenute non erano che del volume di 108 milioni di m. c., e con tutto ciò seemossi la portata massima unitaria di piena a Roanne di circa 2735 m. c., se ne inferirà che a parità di volume delle acque trattenute, ove si rappresenti con 1000 l'effetto avutosi da esse dighe, quello dei rimedj profilatici proposti da Polonceau, richiedenti pel bacino della Sonna un dispendio trecento sessanta volte maggiore, sarebbe rappresentato da 40 per la piena 1840, e da 30 per quella del 1850.

Qui però occorre di fare una osservazione. Rispetto alla Sonna, l'effetto delle acque trattenute si è calcolato in prossimità della foce, ove naturalmente deve ridursi al minimo, mentre per la Loira sarebbesi calcolato a Roanne, posta 33 chilometri soltanto a valle della diga di Pinay. Avuto riguardo alla breve durata del colmo della piena, se a Roanne si è supposta la riduzione della portata massima unitaria di circa m. c. 2700, tale riduzione per Orléans, Tours, Saumur, avrebbe dovuto limitarsi forse a meno di 2000, 1500 e 1000 m. c., fatto calcolo della progressiva diminuzione di portata massima di una piena superiore, mano mano che si propaga discendendo ne' tronchi inferiori. Ma anche contuttociò la differenza negli effetti è immensa, particolarmente ove si tenga a calcolo la spesa.

37. Classificazione delle acque di una piena pei varj suoi periodi. — Per indagare donde derivi siffatta differenza, occorre innanzi tutto considerare le acque d'un fiume, non solo distinte in *utili* ed *infeste*, siccome abbiamo fatto anteriormente, ma aggiungervi una classe intermedia di quelle che chiameremo *acque neutre*, eccedenti cioè la misura delle

acque utilizzabili, senza però raggiungere il limite al quale divengono assolutamente infeste. Tali acque neutre sono quelle che defluiscono nelle piene ordinarie, e che costituiscono la più parte dei deflussi integrali delle maggiori piene pei due stadj estremi di piena crescente e di piena decrescente. Lo scemare la portata di quelle acque *neutre* arreca poco o nessun vantaggio.

38. I FOSSETTI ORIZZONTALI ED I BACINI DI SEDIMENTO INFLUIREBBERO PRINCIPALMENTE SUL PRIMO PERIODO DI PIENA, CON POCO EFFETTO UTILE. — I *fossetti orizzontali*, a pari quantità di acqua trattenuta, importerebbero un dispendio quadruplo di quello richiesto dai *bacini di sedimento*, e sestuplo di quello richiesto dai *bacini di trattenuta;* e dappoichè si riempirebbero ai primordj della piena, la più parte del loro effetto si limiterebbe alle *acque neutre di piena crescente*, con poco vantaggio rispetto al *colmo*. Se poi, come di solito avviene, le piogge dalle quali dipende la piena fossero precedute da altre preparatorie, che il più delle volte servono principalmente a saturare di umidità il terreno, ed a rendere con ciò maggiormente energico l'effetto delle successive, gran parte della capacità di que' fossetti potrebbe trovarsi così occupata, o per lo meno scemerebbesi la loro facoltà assorbente, e quindi sempre più l'effetto utile. Ciò si sarebbe verificato rispetto alla Sonna in occasione della piena 1850 di sopra calcolata, anteriormente alla quale, in conseguenza di piogge cadute il 19 ed il 20 gennajo, il fiume, dallo stato di magra ordinaria, si era portato il giorno 24 a quello di piena ordinaria, cioè a $2^m,65$, per discendere di un metro il giorno 26, nel quale si è supposto incominciata la piena successiva. Per siffatta circostanza i risultamenti esposti sull'effetto dei fossetti devono considerarsi al di sopra del vero. Altrettanto potrebbe dirsi per la piena del 1840, dichiarando il signor Laval che a promoverla abbiano influito le straordinarie piogge del settembre e dell'ottobre, le quali continuarono per 28 giorni. Nell'ottobre caddero dal 19 a tutto il 25, ripigliando dal 28 a tutto il 31, e dal 2 al 5 novembre [1].

I *bacini di sedimento*, che si risolvono in praterie irrigabili per sommersione con acque torbide, non potrebbero disporsi se non nella parte pressochè piana della valle non soggetta alle espansioni naturali del fiume, ed in località opportuna per derivare comodamente da un prossimo rivo le acque di piena. Ad essi perciò non potrebbe darsi molta estensione, avuto riguardo alla difficoltà di adempire a tutte le premesse condizioni; e siccome il trattenere su di loro più o meno le acque dipenderebbe dalla volontà dell'uomo, e talvolta ciò tornerebbe di pregiudizio al privato, ne consegue, che non sempre verrebbe a conciliarsi l'interesse di questo con quello generale di scemare il colmo della piena. Chè anzi potrebbero tornare di danno, ove le acque con essi trattenute si sottraessero ai primordj della piena, e si restituissero nel suo colmo [2].

(1) Mem. precit., pag. 1.

(2) I bacini di sedimento non dovrebbero collocarsi che in località alle quali non giungessero le naturali espansioni delle piene de' fiumi e torrenti disarginati; e rispetto a quelli arginati, potrebbe tornare pregiudicevole una derivazione attraverso all'argine durante la piena, quando le campagne protette da esso trovansi di già infestate dalle acque interne e da quelle di sorgiva. Essi perciò non potrebbero praticarsi che in prossimità di qualche rivo od influente secondario, e quindi in limitata estensione, poichè essendo le località che presentino tali favorevoli condizioni. Il sig. Polonceau nel suo Trattato pratico precitato avverte (*pag.*100), che le acque devono trattenersi più o meno sui prati, a norma della natura del terreno e della stagione, indicando su questo particolare le regole da seguirsi. Ne consegue che il privato proprietario, in occasione

Veduto quindi il limitato vantaggio che può ritrarsi da que' due rimedj, ed il considerevole dispendio che ne richiederebbe l'applicazione, il quale, ove questa si rendesse obbligatoria, dovrebbe per la più parte ricadere sullo Stato, sembra essere il caso di raccomandarli soltanto siccome miglioramenti agricoli, con qualche premio d'incoraggiamento, in vista dell'utilità che ne ridonderebbe anche pel regime del fiume, senza farne però gran conto sotto tale rapporto.

39. Bacini di trattenuta ad emissario regolato, oppure aperto — vantaggi ed inconvenienti degli uni e degli altri. — Dai *bacini di trattenuta* sarebbero piuttosto ad attendersi maggiori vantaggi, ma siccome il grado di loro utilità si è generalmente desunto dagli effetti avutisi dalle dighe di *Pinay* e della *Roche*, che sonosi prese qual tipo dal signor Boulanger anche per determinarne la spesa, gioverà innanzi tutto esaminare la condizione affatto speciale di queste, che difficilmente potrebbe verificarsi in altre località.

L'enorme ringorgo di oltre 18^m alla diga di *Pinay* e di 21^m a quella della *Roche*, non era soltanto dovuto alla forma e disposizione di esse dighe, ma in gran parte dipendette dalla strozzatura prolungata per parecchi chilometri a valle di esse, di modo che ivi la piena si conservava alla considerevole altezza di 15^m sulla magra. Egli è bensì vero che, attesa la notevole distanza di quelle dighe dalla *Pianura del Forez*, l'effetto utile di tale ringorgo sarebbesi ridotto a meno di una metà, ossia a 9^m o 10^m per termine massimo sul livello di piena libera; ma l'estensione di esso per oltre nove chilometri sarebbe dovuta alla pendenza longitudinale di circa uno per mille di quella vasta pianura, pendenza assai piccola e difficile a rinvenirsi nelle gole de' monti. L'ossatura poi di esse dighe sarebbe formata da rocce naturali. Se aggiungasi a ciò la piena di afflusso di circa $10000^{m.c.}$ per $1''$, assolutamente straordinaria in proporzione della superficie del bacino scolante, per cui in poche ore si operò l'invasamento delle acque, integralmente utilizzate a moderarne il colmo ne' tronchi inferiori del fiume, se ne dovrà inferire non essere probabile di rinvenire in altra località un complesso di circostanze così favorevoli. È supposto pure che ciò possa avvenire nel bacino della Loira, giusta le dichiarazioni del signor Boulanger, attesa la particolare disposizione delle valli che lo costituiscono, lo stesso non potrà attendersi per altri fiumi. E si fu, a quanto sembra, per questo motivo che il sig. Poloneeau, nel proporre in massima l'applicazione di tali bacini, si attenne alla struttura di quelli che aveva raccomandati al prevalente scopo di accumulare le acque per gli usi irrigui.

I bacini del signor Poloneeau sarebbero ad emissario regolato da cateratta, accompagnato da sfioratore depresso di qualche decimetro sotto la sommità della diga di terra. Applicati per altro anche a vallette subalterne, ove in ragione di superficie scolante, in occasione di piogge temporalesche si possono avere piene straordinarie, è prevedibile che nella maggior parte dei casi non potrebbe bastare a scaricarle una semplice tomba di legname, ed una piccola doccia simile, applicata ad uno sfioratore così poco incassato. Supposto pure che con terra soltanto avesse ad erigersi la diga, sarebbe però sempre mestieri costruire in muratura, colla maggior possibile solidità ed in ben calcolate di-

di piene consulterà piuttosto il proprio interesse che non sia quello del pubblico; potendo così restituire al fiume le acque trattenute, in guisa d'aggravarne la piena nel suo colmo.

mensioni, tanto la bocca di scarico, quanto lo sfioratore, per prevenire gli effetti dello stramazzare delle acque, della violenza del loro efflusso sotto una considerevole pressione, e del soverchiamento della diga stessa.

Per i bacini attraversanti corsi d'acqua secondarj si potranno bensì applicare tali emissarj regolati; ma per i corsi d'acqua principali sarà necessario di conservarli aperti, accompagnati pure da sfioratore, siccome venne praticato per le dighe summentovate di *Pinay* e della *Roche*.

Nei primi di essi bacini non sarà sempre dato di arrestare le acque in guisa di sottrarle al colmo della piena del fiume principale; ma si avrà il vantaggio di poterne ritardare la restituzione fino a tanto che essa sia in declinazione, e non abbia per ciò a derivarne danno. Siccome però a ciascheduno di essi dovrebbe essere applicato per lo meno un agente apposito, immenso sarebbe l'impegno che verrebbe ad assumersi l'amministrazione, mentre l'opera loro, difficilissima a dirigersi ed a controllarsi, si limiterebbe a qualche giorno nell'anno. Basta considerare che, giusta il calcolo preventivo dello stesso signor Poloncean, occorrerebbero 500 di tali bacini per la Sonna soltanto, ed oltre a 6000 pei principali fiumi della Francia. Posti in località alpestri ed isolate, gli agenti che dovessero regolarli, altro stimolo non avrebbero fuorchè il sentimento del proprio dovere, senza poter sempre formarsi un'idea adequata dell'entità del benefizio risultante dall'opera loro.

Nella guardia agli argini de'fiumi della Lombardia invece, intere popolazioni sono spettatrici dei provedimenti che si danno con norme prestabilite in occasione di piene, e non di rado concorrono volontarie ad allontanare il pericolo di disastri da cui vedonsi minacciate.

Pei bacini ad emissario aperto, coi quali si ovvierebbero le esposte difficoltà e complicazioni, converrebbe però andare assai più guardinghi nell'applicarli, in quanto che, qualora sottraessero le acque accumulate a quelle *neutre di piena crescente* del fiume principale, e le restituissero poi nel colmo di essa, potrebbero riuscire piuttosto di pregiudizio che di vantaggio. Trattandosi poi di grandi fiumi, ai quali concorrono numerosi influenti che trovansi in condizioni svariatissime, in guisa che anche le piene massime del recipiente dipendono da combinazioni meteoriche, le quali, per una legge providenziale, agiscono ora sull'una ora sull'altra parte degli influenti, egli è naturale che il preservativo dei bacini di trattenuta converrebbe estenderlo per modo di ottenerne un vantaggio sufficiente per ciascuna di tali combinazioni. Il massimo effetto utile si avrebbe sempre così da una parte soltanto di que' bacini, e quindi in una proporzione minore al confronto della spesa integrale di loro costruzione.

40. Località ove converrebbe farne l'applicazione — studj da premettersi. — Conosciuta che siasi la legge che regola la successione delle piene parziali, giova astenersi dall'applicare siffatti rimedj a quegli affluenti, i quali si scaricano pei primi nel periodo di piena crescente, e solo concorrono ad aumentare la massa delle *acque neutre*. Tali dovrebbero considerarsi, rispetto alla Sonna, gli influenti della Sonna inferiore, e forse i più prossimi e torrentizj del Doubs, quale sarebbe la *Loue*. E rispetto ad applicarli alla parte più lontana del bacino del Doubs, il cui corso è pressochè doppio di quello della Sonna superiore, ma con una pendenza assai maggiore, importerebbe innanzi tutto verificare se quest'ultima preceda col colmo della piena al punto di confluenza.

Questo preservativo dovrebbe riuscire utilissimo applicato al corso superiore dell'Ain, le cui rapide piene sono, come vedemmo, causa immediata delle inondazioni di Lione, semprechè vi si presti la disposizione del suo bacino.

E rispetto agli influenti del Rodano inferiore, di cui pochi bastano a ridurre in piena massima il fiume, siccome avvenne nel 1846 e nel 1856, il decidere a quali possa convenire l'applicazione de' bacini di trattenuta dovrebbe dipendere da accurati studj sull'ordine di successione delle loro piene, anche in relazione alle varie cause da cui dipendono; sulla misura di queste; sulla disposizione e configurazione delle loro valli; e sulla posizione delle loro foci relativamente alle adjacenze del Rodano, le quali pel grado di loro importanza meritino più o meno di essere difese.

Veduto che per l'Isère andrà a rendersi inevitabile il compimento de' suoi argini, per cui anticiperà il concorso delle sue piene nel Rodano, e se ne accrescerà la portata massima, sarebbe ad esaminarsi se, malgrado ciò, non giovasse moderare quelle estremamente rapide e forti dell'Ardèche, che non sempre dipendono dalla stessa causa, e che arrecano considerevoli danni ad Avignone ed alle altre città inferiori. In tal caso parrebbe doversi lasciar libero il corso al *Gardon* ed alla *Duranee,* che hanno foce in località meno pericolosa, e che di solito hanno piene contemporanee coll'Ardèche, dovute ad una causa comune. Egli è bensì vero che nell'alta Durance s'incontrano di già cinque bacini naturali che parrebbero poter facilmente ridursi a laghi o serbatoj temporanei; ma oltrechè questa circostanza non verrebbe per sè sola a giustificare siffatto partito, è pure prevedibile che la notevole pendenza del loro fondo debba renderlo di difficile esecuzione [1]. E poichè, come si è osservato, attesa la loro esposizione ai venti meridionali, que' fiumi possono da soli cagionare una piena massima nel Rodano anche senza il concorso dei superiori, la proposta dell'ingegnere Dumont, di accelerare la discesa delle loro piene con arginature, parrebbe pericolosa, arrischiandosi con ciò di aggravare in certi casi il male, anche per le alterazioni che ne potrebbero conseguire al regime del Rodano, in causa dell'affluenza di una maggior copia di ghiaje nel suo letto.

In quanto alla Loira, se sta in fatti che nella piena del 1856 quella dell'Allier, attesa la sua durata, siasi al Bec d'Allier associata nel suo colmo a quella della Loira superiore, mentre nel 1846 l'avrebbe preceduta, parrebbe fosse il caso di applicare, ove si possa, i bacini di trattenuta all'uno ed all'altro fiume. Ma per uno di essi tali bacini dovrebbero costruirsi con emissario regolato, al fine di trattenere più lungamente le acque accumulate, ed impedire il simultaneo loro concorso al fiume principale.

Rispetto alla Garonna, i *serbatoj* artificiali proposti per la *Neste* ne' Pirenei, aventi uno scopo speciale di accumulare acque a benefizio dell'irrigazione e della navigazione, poca utilità presenterebbero per moderare le piene; lo che deve dirsi in generale pei bacini che si riempissero con acque utilizzabili, quando la piena sopravenisse in occasione di trovarsi in tutto od in parte occupata la loro capacità.

Forse l'applicazione di bacini di trattenuta al Tarn potrebbe giovare a benefizio della valle di quel fiume e della Garonna inferiore, soggetta, come abbiamo veduto, a piene strabocchevoli.

(1) Surell, *Étude sur les torrents,* etc. — Montrond, *Du Rhône*, etc. Memoria precitata, pag. 187.

In quanto finalmente concerne la Senna, ammesso il fatto accennato dal signor Belgrand, che la piena delle acque torrentizie dell' Yonne precede sempre quelle di acque tranquille della Senna superiore e della Marna, le quali ne determinerebbero il colmo a Parigi, non sarebbe prudente consiglio lo stabilire colà serbatoj di trattenuta, al fine di servirsene per moderare la piena. Quelli che ivi si avessero a costruire allo scopo di alimentare la magra e di facilitare la navigazione, dovrebbero anzi regolarsi in guisa di non riuscire d' ostacolo al libero deflusso delle acque nella stagione delle piene, e di non aggravare la misura di queste collo scaricarne altre in precedenza accumulate allo scopo summentovato (1).

Del resto, per le ragioni dianzi esposte, l' utilità de' bacini di trattenuta sarà sempre maggiore allorchè si applicheranno a' fiumi con piene torrentizie, che non sia a quelli i quali, pel moderato pendio, hanno piene di acque tranquille, come sono appunto la Senna e la Sonna.

41. Esame della proposta del comandante Rozet per le digue traforate. — In quanto alle chiuse o dighe traforate proposte dal signor comandante Rozet, si ha luogo a dubitare che esse possano conservarsi tali dopo qualche piena; imperocchè, arrestandosi ne' loro interstizj i materiali travolti dalla corrente, siccome lo ammetterebbe anche il proponente, in breve perderebbero la loro permeabilità; ed in tal caso cesserebbero i vantaggi che egli se ne riprometteva. Venendo esse di fatti a trovarsi in allora nella condizione delle pescaje ordinarie, sulle quali egli pure non farebbe alcun calcolo, l' utilità loro dovrebbe realmente essere di poco momento nelle gole de' monti, collocate che fossero sul corso principale del torrente, ove la pendenza giunge al sette ed all' otto per cento, e pressochè nullo è l' effetto del rigurgito. Mentre per tali motivi non ravviserei in esse dighe una panacéa generale, atta ad arrestare non solo le materie, ma eziandio le acque, ed a moderare così le piene, e non reputerei cosa agevole, ove mancano i massi naturali di roccia, il sostituirne altri artificiali, potrebbe però sempre giovare il farne l' applicazione in via d' esperimento in località opportuna. E ciò anche per la parte concernente l' espansione delle acque e dei loro depositi, che si dovrebbe procurare coi mezzi proposti dall' autore sul letto d'ejezione; punto sul quale m' insorgerebbe pure qualche dubbio, dipendente forse dal non aver potuto formarmi un'idea adequata del suo concetto.

42. Esame della proposta del signor Dausse per la soppressione degli argini insommergibili. — La proposta del signor Dausse, di abbandonare il sistema degli argini insommergibili per limitarlo a proteggere i luoghi abitati, e di sostituire loro arginelli sommergibili, destinati a contenere soltanto le piene ordinarie, quantunque plausibile in astratto, non potrebbe, secondo me, considerarsi applicabile alla generalità dei casi. Se ottimi sono gli effetti di questo sistema sul placido corso della Sonna e della Senna, accompagnato da praterie che sono sommergibili nelle loro piene jemali, altrettanto non potrebbe attendersi pel Rodano e per la Garonna, e fors' anche per la Loira, la corrente de' quali è incomparabilmente più rapida, e le cui piene non poche volte avvengono in primavera avanzata e

(1) Circa ai bacini e serbatoj in generale, vedasi la nota finale (G); e rispetto alla loro applicazione alla Senna vedasi la nota (L), ove si dà ragguaglio dei nuovi studj del sig. Belgrand, pei quali sarebbero a modificarsi le precedenti conclusioni.

talora in estate [1]. Ove le pianure laterali sono molto estese, esse trovansi in generale maggiormente elevate in prossimità del fiume, e più ancora ove abbiano da lungo tempo fatto l'uffizio di golena; circostanza che influirebbe ad accrescere nelle inondazioni la forza della corrente, la quale, in luogo di limo fecondante, potrebbe trasportare sulle campagne sterili sabbie. E ciò a differenza di quanto avviene ora sulle golene conterminate da argini, sulle quali, ove siansi sufficientemente rialzate, si modera il corso delle acque, e così queste di solito vi depongono limo. La eventualità delle inondazioni porterebbe di conseguenza un cangiamento nel genere di coltura dei terreni, dovendosi rinunziare a quelli più proficui, i prodotti dei quali sarebbero maggiormente esposti a probabilità di perdita. Il cingere d'argini insommergibili gli abitati soltanto, sarebbe opera di non lieve impegno, accompagnata da molti inconvenienti; sorpassando del resto alla proposta di riedificarli in località più elevata, giusta il citato esempio degli antichi re dell'Egitto, le misure de' quali non potrebbero al certo servire di norma all'odierna civiltà. Il pronto scolo delle acque esondanti, raccolte sui terreni maggiormente depressi, senza del quale sarebbero temibili le più funeste conseguenze, non solo pei prodotti del suolo, ma eziandio per la pubblica salute, presenterebbe gravi difficoltà quando tali depressioni fossero lontane dal fiume. Anche il signor De Gasparin, rispetto al Rodano, dimostrava i danni che derivano dal difendere i terreni con argini insommergibili [2], concludendo però nell'assoluta necessità di conservarli ove esistono, di rialzarli e ripararli; conclusione alla quale discendeva eziandio il signor Collignon per quelli della Loira nell'interessante suo rapporto sulla inondazione del 1846 [3].

43. Esame della proposta del signor Vallée per la sistemazione dell'emissario del Lemano e per la deviazione dell'Arve. — Nella mia Memoria sui laghi, letta a questo Istituto nel 1845 [4], presi in esame la proposta del signor ispettore Vallée, di ridurre il Lemano a serbatojo artificiale mediante regolatore applicato al suo emissario presso Ginevra. Osservai in allora che con tale mezzo si potrebbero bensì alimentare le magre del Rodano, a benefizio particolarmente della navigazione; ma che assai limitato sarebbe il vantaggio di scemare le piene del fiume. E ciò per la circostanza che quelle del Rodano ben di rado coincidono colle piene del Lemano, e perchè gli efflussi di questo sono di poca portata, attesa la limitata superficie del bacino scolante, al confronto di quella del lago da cui vengono moderati. Ora il signor Vallée, ammettendo egli pure non esservi coincidenza fra le piene del Lemano e quelle del Rodano, estenderebbe, come vedemmo, la sua proposta a deviare nel lago l'Arve, che vi confluisce poco al di sotto dell'emissario. Siccome per tal modo potrebbe sottrarsi alla piena del Rodano superiore un deflusso di circa $1000^{m.c.}$ per $1''$; quando fosse dato di mandare ad effetto la proposta, è indubitato che ne ridonderebbe un considerevole vantaggio, particolarmente per Lione. Veduto però che la piena in questo

(1) La Garonna dal 1834 al 1845 ha avuto le seguenti piene estive, riferite allo zero dell'idrometro di Tonneins:

Il 31 maggio 1835, $9^{m.}$,44 (massima del secolo); 1.° maggio 1837, $8^{m.}$11; 4 maggio 1842, $7^{m.}$,00; 5 giugno 1845, $7^{m.}$,55; 20 giugno 1845, $7^{m.}$,18. (Baumgarten, Memoria precitata, pag. 40). Ha di poi avuta il 1.° giugno 1856, come si è veduto, una piena di $8^{m.}$,90 ad Agen.

(2) *Comptes rendus* del 1844 precitati.

(3) Dumont, Memoria precitata.

(4) *Memorie dell'I. R. Istituto Lombardo*, vol. II, 1845.

punto, e quella talvolta contemporanea del Rodano inferiore, non ritardano che di due giorni dopo le piogge promosse dai venti meridionali della marina, e di un giorno dopo la piena dell'Arve, reputerei di sommo danno la pratica da lui suggerita, che al manifestarsi di que' venti si avesse ad incominciare collo scaricare le acque invasate nel lago. Impiegando queste un giorno per giungere, anche in parte, a Lione, e tre giorni per giungere ad Arles, esse andrebbero in totalità ad aggravare la piena. Del proposto preservativo dovrebbesi usare senza ritardo, sì tosto giungesse la notizia di una piena dell'Ain superiore, per la quale fosse temibile l'inondazione di Lione; lo che richiederebbe le più sollecite disposizioni dopo gli avvisi datine nella via telegrafica (1).

44. Espansioni delle piene del Rodano nel lago di Bourget. — In quanto a far servire il lago di Bourget per l'espansione delle piene del Rodano a sollievo di Lione mediante ampliamento del canale *Savière*, suo emissario, lungo circa tre chilometri, parrebbe a prima giunta partito utile, veduto che la sua superficie rileva circa 32 chilom. quad. Quantunque non conosca le particolari circostanze locali, e debba supporre che di lieve momento possa essere la contemporanea piena del lago che ne scemi la capacità, avuto riguardo alla limitata superficie del bacino scolante; una difficoltà non lieve dubito doversi incontrare negli interrimenti dell'emissario, che vi deporrebbero le acque torbide del Rodano in piena, introdottevi con movimento retrogrado in copia maggiore.

45. Dottrina italiana sullo stabilimento del letto de' fiumi, e sua applicazione all' Isère. — Abbiamo di già osservato come l'ingegnere Dumont, dopo aver visitati i fiumi della Lombardia, e dato un cenno delle Memorie che ne trattano, fosse tuttavia d'avviso che, in causa delle arginature insommergibili da cui vennero accompagnati, il loro letto si vada progressivamente rialzando; lo che abbiamo dimostrato essere insussistente, meno per l'estremo tronco del Po prossimo alle foci in mare.

L'ingegnere Montrond, parlando dell'Isère, partirebbe dal principio che avvenisse un progressivo alzamento del suo letto anche anteriormente agli arginamenti da ultimo intrapresi, i quali, secondo lui, lo renderebbero più rapido. E l'ingegnere Cunit, ammettendo che anche indipendentemente da tali arginamenti le sue ghiaje, le quali finora erano giunte a Lancey, avrebbero progredito più innanzi verso Grenoble, conchiude però, che, ove sieno ultimati gli argini, esse continuerebbero bensì a discendere, ma senza alzamento del letto.

I prefati ingegneri perciò si dipartirebbero dai principj della dottrina idraulica italiana sullo stabilimento del corso de' fiumi, che qui gioverà richiamare.

Il celebre Domenico Guglielmini, nel suo libro *Della natura de' fiumi*, frutto di profondi studj e di accuratissime osservazioni, dimostra che anche i fiumi i quali corrono in ghiaja pervengono a stabilire il loro fondo quando, dopo di avere modificata la loro pendenza in più od in meno con depositi o con escavazioni, l'abbiano ridotta alla misura normale, ossia di equilibrio, che non permetta più nè gli uni nè le altre; semprechè rimanga inalterato il regime del fiume ne' tronchi superiori. Se il suo corso è abbastanza lungo, nel caso di suo stabilimento, le ghiaje che vanno scemando di mole colla progressiva diminuzione della pendenza, giungono ad un dato limite che non oltrapas-

(1) Vedi la nota (tt) in fine.

sano, dopo del quale succedono le sabbie, che esse pure vanno gradatamente assottigliandosi. E poichè le ghiaje continuano a discendere dalle parti superiori nelle inferiori, anche per le variazioni di corso che hanno luogo quasi ad ogni piena; se, malgrado ciò, il letto del fiume non si alza, ha conchiuso non poter questo avvenire senza un contemporaneo equivalente logoramento de' ciottoli, promosso principalmente dalla loro collisione, dal quale appunto dipende la loro forma tondeggiante e la levigatezza della loro superficie.

Egli è pur forza confessare che, avuto riguardo alla durezza delle rocce di cui tanti di que' ciottoli sono frammenti, provasi una certa quale ripugnanza ad ammettere siffatto logoramento in tal grado da derivarne gli effetti preaccennati, sotto l'azione di una causa che non sembra ad essi proporzionata. E per questo motivo appunto sorsero oppositori, i quali si sforzarono di dimostrare la fallacia dei ragionamenti cui è appoggiata quella dottrina. Ma un attento studio de' fatti circa al processo seguito dalla natura nel corso dei secoli, ne ha dimostrata la somma aggiustatezza in guisa che, dopo centocinquant'anni, il libro del Guglielmini è tuttavia un' autorità pel cultore della scienza.

Rispetto all'Isère, abbiamo veduto come, uscito il fiume dalle gole de' monti, spagliasse vagante in ampio letto di ghiaje fino a Lancey, ove le abbandona per aggirarsi con minor pendío in tortuoso meandro fino a Grenoble. Abbiamo pure notato come nel suo corso a monte di quella città, trovisi il fiume accompagnato d'ambo i lati da una serie di torrenti estinti, ridotti cioè alla condizione di semplici rivi. Altrettanto all'incirca avveniva verisimilmente anche pel Drac, che vi confluiva presso Grenoble. Da questi fatti abbiamo inferito che sotto l'azione di un clima maggiormente umido e freddo che non sia quello dell'attiguo bacino della Durance, perchè meno esposto ai venti meridionali della marina, il letto dell'Isère, del Drac e degli altri influenti minori, si era stabilito da epoca remotissima. Tale esser doveva, per quanto sembra, la condizione dell'Isère, allorchè gli Allobrogi sul corso stesso del fiume edificarono l'antica *Cularo*, che di poi chiamossi Grenoble [1], ove al luogo di confluenza del Drac gli interrimenti della valle ne avevano ivi disposto il fondo a foggia di pianerottolo, in corrispondenza al dorso formatovi dal Drac stesso. Se i luoghi abitati lunghesso il corso fluviale si sono presso che tutti eretti sulla sommità dei conoidi dei torrenti, o sulle alte coste montane della valle, parrebbe doversi ciò attribuire, non già al progressivo alzamento del letto del fiume, come suppose il sig. Montrond, ma alla necessità di premunirsi in una posizione maggiormente elevata contro le cause delle febbri endemiche; conseguenza inevitabile dei divagamenti di un fiume alpino nelle sue piene estive, pe' quali ogni depressione del terreno si converte in una palude, sorgente di malefici miasmi. Quando si rifletta che l'origine di Grenoble risale ad oltre venti secoli; che qualche insignificante alzamento del suo piano è forse, più che d'altro, effetto dell'accumularsi de' suoi ruderi, siccome avvenne per tutte le antiche città, si avrà in ciò una prova della somma stabilità del fondo del fiume, che presso Lancey, termine delle ghiaje, cangiava in qualche modo di natura. Ristretto da oltre due secoli il Drac per l'ultimo suo tronco fra argini che si proseguirono nell'Isère, l'affluenza

(1) Il nome di *Grenoble* deriva da quello di *Grazianopoli*, che portava un tempo, essendo stata la città ricostrutta dall'imperatore Graziano.

delle ghiaje da quello travolte oltre il limite primitivo, consigliò a trasportarne contemporaneamente la foce a valle per difesa della città. L'arginamento poi dell'Isère superiore, intrapreso non ha guari nella Savoja, e che si prosegue sul territorio francese, alterò, come si disse, l'anteriore ordine delle cose, promovendo la discesa delle ghiaje, e quindi gli alzamenti del fondo del fiume e l'elevazione delle piene, tanto per tale causa quanto per l'accresciuta portata massima di queste. La rapida diminuzione della pendenza del fiume fra Lancey e Grenoble, anzichè un difetto, era a considerarsi siccome un benefizio per la città, la quale altrettanto non può attendersi dai proposti raddrizzamenti del corso fluviale, che verso il loro estremo a valle potrebbero per avventura promovere un alzamento di fondo, da cui sarebbero a temersi le più funeste conseguenze a danno della città stessa, quantunque esso abbia di poi a stabilirsi ad un invariabile livello.

Dall'arginamento dell'Isère e dei principali suoi influenti, di già intrapreso, e che sarà mestieri condurre a compimento, devonsi attendere, come si è osservato, pregiudicevoli effetti anche nel regime del Rodano, se non per ingombri del suo letto, attesa la notevole distanza della foce, per l'accresciuta portata delle piene. Ma quando si considera che per tal modo si viene a redimere, fra le giogaje delle Alte Alpi, pressochè trenta mila ettari di pianura, convertendo gli sterili greti in ubertose campagne, e rimovendo in pari tempo le cause d'insalubrità, a benefizio di una numerosa popolazione; sarà mestieri conchiudere, che tali miglioramenti sono una conseguenza necessaria della progressiva civiltà, e l'esercizio di un diritto che è pur forza rispettare.

46. Il nuovo principio idraulico del signor Dausse è conforme alla dottrina italiana. — Pericolo che vi sarebbe nell'applicarlo al Rodano sopra Lione. — In quanto poi al nuovo principio idraulico proclamato dal signor Dausse, esso consisterebbe in una delle proposizioni fondamentali della mentovata dottrina del Guglielmini, il quale ha dimostrato che coll'incassare un fiume in più ristretta sezione sulle proprie alluvioni, se ne accresce la forza escavatrice, e ne scema quindi la pendenza. Tale principio venne da me accennato nel passo surriferito della mia Memoria sulla condizione idraulica del Po nei contorni di Ferrara, e si vedrebbe confermato negli effetti avutisi colle opere di regolamento della Garonna, giusta il ragguaglio datone dal sig. Baumgarten nella precitata sua Memoria [1]. Non potrebbesi per altro ammettere il supposto del prefato signor Dausse, che in tal caso l'abbassamento di fondo debba unicamente operarsi a monte del tratto incassato per rimanere inalterato al suo estremo a valle. L'esperienza invece dimostra che, incassando fra argini o fra sponde invariabili un fiume vagante, la minorazione della pendenza che ne risulta, si ottiene con un approfondamento a monte, e con un alzamento di fondo a valle, ove per l'accresciuta forza della corrente si spingono più avanti le materie di maggior mole. E secondo appunto una tal legge vedrebbesi modificato il profilo di magra della Garonna sui tronchi ove venne incanalata [2]. Se a monte di Lione il Rodano fino da Thil spaglia in ampia varice di parecchi chilometri di larghezza, la quale prosegue al disotto della confluenza della Sonna; se, come non è a dubitarne, il fiume ha ivi stabilito il suo fondo senza alzamento apprezzabile nel corso di diciotto secoli; se col

(1) Vedi la nota (B) in fine.

(2) *Idem.*

ristringerne oltre misura la sezione ove passa fra la città e suoi sobborghi, se ne sono alzate le piene, abbassandosene però contemporaneamente, a quanto pare, il fondo; prudente consiglio sarebbe quello di rispettare siffatto ordine di cose in località cotanto gelosa, e di astenersi dal portarvi alterazione, promovendo variazioni che potrebbero riuscire fatali. Imperocchè l'incanalamento del fiume, anche fra argini sommergibili, renderebbe più rapida la discesa delle piene, e porterebbe, a quanto sembra, di conseguenza un alzamento del suo fondo a valle, aggravandosi così la condizione della città, soggetta di già alle sue inondazioni. Poco o nessun vantaggio poi potrebbe attendersi dal ripigliarne l'incanalamento sotto la confluenza della Sonna, sia perchè l'abbassamento di fondo che ivi si ottenesse non potrebbe propagarsi fino oltre Lione, sia perchè, rialzatosi con ciò il livello di piena a valle, scemerebbe in tale occasione la chiamata delle acque a monte.

Non conoscendo le particolari circostanze in che trovasi l'Isère sotto Grenoble, nulla di positivo posso dichiarare circa all'ideato ristringimento del corso fluviale presso Tullins, avendo soltanto motivo di dubitare che per le esposte ragioni si possa ottenere un effetto soddisfacente a vantaggio dei tronchi superiori del fiume e della stessa città di Grenoble, posta a notevole distanza (I).

47. Diversivi pel Rodano e per la Sonna sopra Lione, e per la Senna sopra Parigi. — Rispetto alla costruzione di un diversivo sul Rodano per abbassare la piena, e quindi scemare l'inondazione di Lione, quantunque siffatto partito proposto per Firenze fosse condannato da idraulici reputatissimi, pure, nel caso concreto, sembra non poterne risultare gli inconvenienti colà temuti per alterazioni nel regime dell'Arno nell'interno della città. Imperocchè il Rodano superiore per oltre $\frac{5}{40}$ è fiume lacuale, maggiormente atto ad esportare i depositi lasciati dalle piene degli influenti torbidi; e d'altronde la diversione delle sue acque a sinistra è evento ordinario, in occasione delle maggiori piene, coll'inondazione dei sobborghi dei Brotteaux e della Guillotière. Se realmente la sezione fluviale è troppo ristretta presso la città; e se da ciò deriva un pregiudicevole rigurgito a monte, la diversione delle acque potrà giovare nel senso di scemare un tale rigurgito con un nuovo canale che equivalga ad un dilatamento della sezione proporzionato alla portata delle massime piene.

Lo stesso potrebbe dirsi in quanto alla Senna attraversante Parigi, qualora ivi pure l'ingombro de' ponti, e la sezione in qualche parte ristretta, od occupata da dársene, influiscano a tenere in collo la piena a monte, che intendevasi appunto di abbassare col diversivo in parte sotterraneo proposto da Cordier. Anche colà non parrebbe doversi temere un'alterazione nel regime del fiume, attesa la poca quantità di materia da esso convogliata in occasione di piene (L).

Non conosco se non per misure ragguagliate i rapporti di livello della Sonna e della città di Lione, e fino a qual punto risentisse danno dalla straordinaria piena del 1840, in conseguenza del rigurgito di oltre 4^m al ponte di Serin superiormente alla città. I maggiori danni sembra gli abbia provati il sobborgo di Vaise a destra, siccome collocato in un piano alquanto depresso. Ivi pure un diversivo sarebbe utilissimo per scemare il rigurgito, senza che si abbia a temerne una pregiudicevole alterazione al regime del fiume; se non che trovandosi colà rinserrato fra l'abitato e l'alta costa, sotto questa sa-

rebbe mestieri condurre con ingente dispendio il canale in gran parte sotterraneo, per farlo sboccare sotto il ponte di Ainay, ove termina il rigurgito [1].

48. Riassunto. — Dal premesso esame dei diversi rimedj proposti siccome preventivi allo scopo di moderare le piene dei fiumi della Francia, sembra potersi discendere alle seguenti conclusioni.

Dal rimboschimento limitato alle pendici de' monti soggetti a notevole degradamento per la combinata azione del clima e della geologica condizione del suolo, si potranno ottenere ottimi effetti; ma lentamente, ed in moderata misura, rispetto al regime de' fiumi principali, ove confluiscono le acque dei torrenti che si dovrebbero per tal modo estinguere, avuto riguardo alla poca estensione del territorio ove sarebbe dato di praticarlo.

I *fossetti orizzontali* sopra terreno in forte pendío proposti da Polonceau, utilissimi siccome miglioramento agricolo, oltrechè richiedono un dispendio ingente, non potrebbero influire gran fatto nel moderare la piena de' fiumi principali nel suo colmo, in quanto che il loro effetto si risolve principalmente a sottrarre le acque *neutre* nei primordj di essa.

I *bacini di sedimento* pei terreni di lieve pendío, non potrebbero applicarsi che in poche località, ove concorrano le condizioni all'uopo necessarie, e non sempre collimerebbero le viste dell'interesse privato col vantaggio pubblico circa a regolarli in guisa di moderare le piene.

Le dighe traforate proposte dal comandante Rozet non sarebbero praticabili che nelle regioni alpestri, avendosi del resto motivo di dubitare che esse possano conservarsi tali dopo qualche piena.

I preservativi sui quali sembra si possa calcolare sarebbero i *bacini di trattenuta*. Da quelli ad emissario regolato sarebbe ad attendersi un effetto maggiore, ma essi richiederebbero un personale di servizio dispendiosissimo, del quale difficilmente potrebbe dirigersi e controllarsi l'azione. Siffatte complicazioni si eviterebbero coi bacini ad emissario aperto, i quali sarebbero applicabili anche ai grandi corsi d'acqua; ma richiedonsi studj preliminari accuratissimi, sia per scegliere la località ove possano convenire, sia per determinare la forma dei loro emissarj in guisa di ottenerne il massimo effetto utile. Imperocchè in molti casi potrebbero riuscire piuttosto di pregiudizio che di vantaggio, quando cioè fossero talmente disposti da sottrarre al fiume principale le *acque neutre* nel periodo di *piena crescente* per lasciarle decorrere in quello di *colma*.

Veduto quindi che anche questo rimedio, malgrado la comparativa maggior sua efficacia, non potrebbe applicarsi che in determinate località onde ottenerne un reale vantaggio, siamo condotti a conchiudere, che, associato agli altri, sarà bensì dato ottenerne un effetto salutare per moderarne le piene, ma, per quanto sembra, non in misura tale da poter rinunziare alle odierne difese.

(1) Attesa la pendenza minima della Sonna Inferiore dalla confluenza del Doubs a Trévoux, e la circostanza che il suo aumento a valle deve dipendere, non da materie provenienti dai tronchi superiori, ma da quelle principalmente che franano dalle contigue coste diluviali, non sarebbe a temersi alcuna alterazione di fondo, ove si praticasse l'accennato diversivo.

Pei fiumi jemali e di corso placido, quali sono la Senna e la Sonna, ove anche presentemente la difesa si limita tutt'al più alle piene ordinarie estive, permettendosene l'espansione in quelle maggiori d'inverno, gioverà proseguire con questo metodo, dal quale si ha l'immenso vantaggio di moderare la portata massima delle piene, e di promovere la deposizione di un limo fecondante sulle laterali pianure.

L'applicazione degli argini trasversali insommergibili, che finora non si è praticata in Lombardia, ma che avrebbe avuto luogo in qualche parte del Veneto, e recentemente nell'Arno inferiore sopra Pisa, allo scopo di raddolcire, mediante interrimento, la concavità di svolte soverchiamente acute, potrà estendersi anche allo scopo di permettere l'espansione delle piene, di moderare la corrente delle acque esondanti, e di promoverne i depositi. Trattandosi per altro di un metodo, applicato bensì anche altrove, ma del quale non conosco i risultamenti sotto tale rapporto, mi limiterò ad osservare, che qualora la pianura da attraversarsi con essi argini sia molto larga, le maggiori deposizioni si faranno in prossimità del canale vivo del fiume, senza potersi estendere alle parti lontane, ove le acque giungerebbero chiarificate e prive di moto, di modo che si conserverebbero ivi delle depressioni, cui non sarebbe agevole procurare lo scolo.

Quando poi sarà mestieri conservare la difesa con argini insommergibili, gioverà sempre che sieno collocati ad una sufficiente distanza dal letto ordinario del fiume, al fine di lasciar campo alla corrente di estendersi sulle frapposte golene, con che si modera l'altezza della piena e la sua portata massima ne' tronchi inferiori. Ove esistono argini privati soverchiamente addossati al fiume, e non fosse conciliabile il loro ritiro, potrebbero conservarsi siccome argini di golena, costruendo sopra linee sistematiche, ed a debita distanza, un argine maestro di semplice terra, abbastanza robusto ed elevato per far fronte alle maggiori piene. Ben inteso che nel determinarne l'elevazione debbasi aver riguardo alla minore altezza delle piene anteriori, la quale fosse effetto di rotture d'argini e di conseguenti espansioni che si avrebbero ad impedire. Molte altre considerazioni si potrebbero aggiungere sulle norme che gioverebbe seguire nella sistemazione di arginature insommergibili; ma oltrechè queste vengono date in appositi trattati, e vedonsi eziandio accennate in altre Memorie, converrebbe possedere notizie maggiormente positive sulle circostanze speciali delle varie località, per indicare quelle di esse norme che avessero a meritare la preferenza a seconda dei casi (D).

49. Conclusione. — Gli immensi disastri cui soggiacque la Francia nelle recenti inondazioni de' suoi fiumi, e la proposizione di rimedj profilatici intesi ad evitarne il ritorno, costituiscono un vasto argomento, del quale finora, come dissi, non si era occupata la scienza. Se io mi sono arrischiato d'inoltrarmi in questo campo tuttavia inesplorato, non fu già coll'intendimento di risolvere le intralciate quistioni che vannovi annesse, ma quello piuttosto di porgere occasione ad utili discussioni sopra punti d'idrologia, i quali, come vedemmo, richiedono di essere chiariti; e di segnare eziandio una traccia per gli studj che rimangono ad intraprendersi a tale scopo. I dati statistici sulla Sonna, raccolti colla più lodevole perseveranza dalla benemerita *Commissione idrometrica di Lione*, mi hanno servito di base per giungere a risultamenti che non avrei potuto prevedere. Possa il suo esempio venire imitato in guisa, da preparare il materiale atto a far progredire una scienza, della quale è fondamento l'osservazione, e la prosperità delle nazioni il precipuo fine.

NOTA (*A*).

Sopra Lione e la Sonna.

Lione vuolsi eretta dapprima da Lucio Munazio Planco luogotenente di Cesare, sul colle detto ora di S. Ireneo, a destra della Sonna; dopo di che sarebbesi estesa la città sulla lingua di terreno alluviale interposto a questa ed al Rodano, che si stacca dall'altura della *Croce rossa*. Il prolungamento di quel terreno fino alla punta ove confluiscono i due fiumi è di nuova formazione, essendosi dopo il 1777 promossi a tal uopo i depositi delle acque, mediante argini, dall'ingegnere *Perrache*, che diede il nome alla penisola.

Sul cadere dello scorso secolo si è congiunta la Sonna coll'Alta Loira mediante il *Canale del Centro* sopra progetto dell'ispettore generale Gauthey, del quale dà un interessante ragguaglio l'ingegnere Navier suo nipote (1). Il canale parte da Digoin sulla Loira e mette capo nella Sonna presso Châlons, attraversando le Cevenne con un tronco di partizione elevato 151^{m} sopra quest'ultimo punto. Quel canale venne di poi migliorato, e se ne aggiunse un altro, detto *di Borgogna*, incominciato contemporaneamente e compiuto in questi ultimi tempi, che, partendo dalla Sonna sotto S. Jean de Losne, passa per Dijon, attraversa i monti del Morvan con sotterraneo di tre chilometri all'altezza di 200^{m}, quindi discende per la valle dell'Armançon, terminando presso Joigny nell'Yonne, influente della Senna superiore.

Da ultimo poi venne costrutto il così detto canale *dal Rodano al Reno* che, partendo egualmente dalla Sonna sopra S. Jean de Losne, risale il Doubs, di cui in parte occupa il letto fino a Montbelliard. Ivi attraversa la catena dei Vogesi col tronco di partizione elevato 181^{m}, e discende sotto Mulhausen. Si divide colà in due rami laterali al Reno, il superiore de' quali risale il suo corso fino ad Uninga per venire ivi da esso alimentato mediante chiusa di derivazione. L'altro ramo discende a Strasburgo, ove si unisce al fiume Ill, che attraversata la città, e ricevuto al disotto di questa il nuovo canale in corso di costruzione *dalla Marna al Reno*, dopo breve tratto vi mette foce a valle del ponte di Kehl.

Dopo il 1838 si sono intrapresi grandinsi lavori per migliorare la navigazione della *Sonna*. La *Piccola Sonna*, pel tratto compreso fra S. Jean de Losne e Verdun, ove confluisce il Doubs, venne regolata con una serie di pescaje mobili, giusta il metodo Poirée, accompagnate da brevi tratti di canali di derivazione arginati, con conche e chiuse di guardia. Per tal modo si è facilitata la comunicazione cogli ultimi due canali preaccennati.

La *Grande Sonna* a valle di Verdun, attesa la maggiore sua portata, venne migliorata con opere di ristringimento ove divagava, e quindi mancava di profondità a cagione dei depositi di ghiaja portativi dagli influenti, oppure franati per corrosione dalle attigue costiere. Per tal modo si è resa comodamente navigabile dai piroscafi che in numero considerevole la percorrono, sia pei trasporti di persone e di merci, sia quali rimorchiatori. Le sponde dei canali di ristringimento vennero in generale armate di palafitti economici intrecciati di vimini, la cui sommità si eleva a 0^{m},75 sulla magra, e sono difesi verso il fiume da scogliera. È verisimile che la pendenza da Trévoux a Lione di $\frac{0,22}{1000}$, quintupla di quella del tronco superiore fino a Verdun, sia dovuta alla maggior mole de' ciottoli provenienti dai depositi diluviali che costituiscono in generale le alte sponde o coste che l'accompagnano; i quali depositi si sarebbero distesi sull'intero bacino della Sonna con sensibile pendenza dal sud-est al nord-ovest fino all'Alta Sonna, che scorre nella maggior depressione (1).

(1) Gauthey, *Oeuvres*, T. III, *Mémoires sur les canaux de navigation*. Paris, 1816.

(1) Laval, *Sur les travaux*, etc. — *Annales des ponts et chaussées*, 1845, sem. I.

NOTA (*B*).

Sulle opere di regolamento della Garonna.

Il tronco del fiume interseccante il dipartimento del *Lot et Garonne* è della lunghezza di circa 55 chilometri (1). Dal 1836 al 1846 eransi armati 40 chilometri di riva colla spesa di due milioni, calcolandosi quella di franchi 5,162,550 per la totalità dei lavori di regolamento dell'intero tronco.

L'armatura delle sponde consiste in file semplici o doppie di palafitti, pei quali s'impiegano pini delle lande di Guascogna del diametro medio da $0^m,18$ a $0^m,23$, posti alla reciproca distanza di $1^m,30$ da centro a centro, conficcati nel fondo da 2^m a $2^m,50$. Essi vengono intrecciati con vimini, e se sono doppj, le due linee si tengono alla distanza di 1^m ad $1^m,80$, riempiendosene l'intervallo con ghiaja sopra un sottofondo di fascinoni. Fra la ghiaja ed il graticcio dei palafitti si aggiunge uno strato di fascine minute che impedisca il vuotamento della cassa. I palafitti sono assicurati con correnti e traversi, e quando rimangono isolati, si congiungono alla sponda ferma con linee semplici trasversali. La sommità dei palafitti di sponda dapprima si teneva ad $1^m,50$ soltanto sulla magra, misura che da ultimo si è portata fino a $2^m,50$ ed anche a $2^m,80$. Essi vengono difesi verso il fiume da scogliera, generalmente con nucleo di fascinoni, elevata fino ad un metro sulla magra, la cui scarpa è inclinata a 45.°

L'effetto dei lavori per la parte eseguita si fu di incassare il fiume nelle rapide, in guisa di ridurne la pendenza ad approssimarsi a quella media; lo che avvenne mediante abbassamento di fondo a monte delle rapide, e qualche alzamento a valle della tratta incanalata. Il livello di magra si è generalmente abbassato, ma pressochè di altrettanto si è elevato maggiormente quello di piena ordinaria, di modo che ne risultò una specie di compensazione. A monte de'tratti incanalati si manifestava ordinariamente una rapida che andava mano mano estendendosi con progressiva minorazione di pendenza (1).

Il sig. Baumgarten, avendo osservato che la quantità di pioggia annuale a Marmande è maggiore di quella che cade a Tolosa, e questa maggiore di quella che cade ad Espalais, punto intermedio, assume l'ultima siccome media per tutto il bacino della Garonna nella misura di $0^m,627$, colla quale confrontato il deflusso integrale, esso risulterebbe 0,646 della pioggia. Se però si consideri che questa nelle regioni montuose de' Pirenei e delle Cevenne deve essere assai maggiore, si ha motivo di supporre tuttavia al disotto della media la misura di $0^m,731$ che si ha a Marmande, la quale darebbe pel rapporto dei deflussi 0,871. Vedasi in proposito la seguente Nota (*C*).

(1) Baumgarten, Mem. precit. *Ann. des ponts et chaussées*, 1840, sem. II.

(1) Memoria precitata, pag. 109 e seg.

NOTA (*C*).

Parallelo de' fiumi per la ricchezza d'acque nei varj loro stati.

Per porre a confronto il regime di varj fiumi si suole prendere generalmente il rapporto di portata delle maggiori piene e delle massime loro magre. Siccome importa principalmente conoscere un tale rapporto sotto due aspetti differenti, e cioè delle acque utilizzabili per la navigazione e per derivazioni, e delle acque infeste rispetto alle opere di difesa, reputasi assai più razionale il prendere per una parte il rapporto di portata della media delle massime

magre annuali, e per l'altra della massima piena col modulo, ossia portata media. Per le acque utilizzabili si viene così ad emanciparsi dai dati anormali di magre straordinarie, che di solito sono rare e di breve durata, e non influiscono in modo apprezzabile sul grado della utilizzazione. La loro cognizione per altro può interessare allo scopo di formarsi una idea adequata della fisica condizione del fiume. Per le acque infeste in vece non può farsi altrettanto, dovendosi regolare le difese in relazione alle maggiori piene conosciute e tuttavia temibili. Questi rapporti vengono indicati nel prospetto (*X*) per que' fiumi della Francia e dell' Italia rispetto ai quali si posseggono dati positivi od anche prossimi al vero.

Allo scopo di viemeglio confrontare il regime di que' fiumi, e cioè la copia delle loro acque nello stato medio ed in quelli di massima piena e di magra annuale o massima, a circostanze pari, ossia a pari estensione del bacino, ho ivi indicato l'altezza dello strato d'acqua equivalente al deflusso integrale medio di un anno, supposto disteso sull'intero bacino. Ed in quanto agli altri tre stati, ho indicata la loro portata unitaria proporzionale ad un miriametro quadrato, ossia a cento chilometri quadrati di bacino.

Da tale prospetto rilevasi l'immensa differenza che passa nella condizione dell'Alta Loira, di bacino montuoso impermeabile, e dell'Eure, di bacino generalmente piano ed in gran parte permeabile (1). Mentre a parità di superficie scolante, i deflussi di magra starebbero come 9 a 10, quelli di piena starebbero come 75 ad 1. Scorgesi pure come al confronto dei fiumi non alpini della Francia sieno ricchi d'acqua quelli della Lombardia, e come in magra la portata di questi equivalga a dieci o venti volte quella degli altri. Lo che dipenderebbe principalmente dalla straordinaria altitudine cui giungono i loro bacini, i quali si estendono ai punti culminanti dell'Europa, e dalla esposizione loro ai venti tiepidi e piovosi della marina. Combinandosi per tal modo in maggior misura il concorso del vapore acqueo e l'azione refrigerante che lo precipita, quella pure ne risulta delle piogge e delle nevi, la quale di solito va crescendo coll'altitudine dei monti.

Nella mia Memoria circa l'importanza degli studj sulla statistica de' fiumi, letta nel luglio e nell'agosto 1846 (1), ho dimostrato che il modulo complessivo degli influenti del Po corrisponde a m. c. 1798, de' quali m. c. 224 risguarderebbero la parte piana, della superficie di chilom. quad. 28526, ed equivarrebbero ad uno strato d'acqua di $0^m,25$. Supposto che la pioggia media della pianura sia di $0^m,90$, quello strato d'acqua ne sarebbe 0,28, e quindi starebbe prossimamente nello stesso rapporto dei deflussi alla pioggia che si ha pel bacino della Senna sopra Parigi.

La parte montuosa del bacino del Po essendo di chilometri quadrati 41036, e la somma dei moduli per essa di m. c. 1871, se ne avrebbe uno strato d'acqua di $1^m,21$. E supposto che esso corrisponda a tre quarti della pioggia, questa per la parte montuosa avrebbe l'altezza media di $1^m,613$. Ammesso che al piede de' monti la pioggia sia di circa 1^m; qualora essa andasse gradatamente crescendo fino alla sommità, dovrebbe ivi giungere a $2^m,23$.

Pei fiumi alpini Adda, Ticino e Dora Baltea, giusta una tal legge, l'altezza della pioggia sulla sommità dei monti dovrebbe essere, in relazione al loro modulo, rispettivamente $2^m,40$, $3^m,11$ e $3^m,48$. Se ne è quindi ricavata la conseguenza, che *sulle vette dei monti che fanno corona al Po, la quantità della pioggia e della neve avrebbe per misura un'altezza dalle due alle quattro volte maggiore di quella che si ha per la parte piana della valle.*

Aggiungesi poi che = *per tal guisa, mentre su quelle cime inospiti sarà sempre impossibile il praticare osservazioni dirette che determinino il quantitativo della pioggia e della neve caduta, a ciò supplirebbero le osservazioni idrometriche praticate sui fiumi, i quali sono a considerarsi*

(1) S. Clair, *Bassin de l'Eure.* Annales des ponts et chaussées, 1837, sem. I.

(1) *Memorie dell'I. R. Istituto Lombardo*, vol. V.

siccome altrettanti udometri che ci rivelano un fenomeno, prevedibile bensì in termini generali, ma che nessuno sicuramente avrebbe creduto dovesse avvicinarsi ad un tal limite nella sua misura.

Ora, giusta le osservazioni udometriche praticate dal 1844 al 1848 a *Montsauche* nel bacino della *Cure*, influente dell'Yonne all'altitudine di 870^{m} (1), l'altezza della pioggia sarebbe di 1^{m},52, quindi prossimamente tripla di quella che cade a Parigi (0^{m},57); ed il deflusso medio della Cure corrisponderebbe appunto ai tre quarti della pioggia caduta sul suo bacino. Questi risultamenti vengono così a coincidere perfettamente coi rapporti preaccennati, da me stabiliti in via semplicemente presuntiva, e giustificherebbero le conseguenze che ne ho ricavate.

Qui giova rettificare un errore sfuggito al sig. Belgrand, ove nota che il sig. Baumgarten cita le mie osservazioni, dalle quali risulta che il Po scarica i tre quarti della pioggia caduta *sul suo bacino* (2). Il sig. Baumgarten dice che il deflusso annuale del Po equivale ad uno strato d'acqua di 0^{m},781 sull'intero suo bacino, ossia a tre quarti *della pioggia caduta a Milano* (3); lo che suona diversamente. Tanto più importa rettificare un tale errore, in quanto che lo si vedrebbe ora ripetuto dal sig. Saint Clair nella sua monografia dell'Eure (4).

Ritornando alle cifre esposte nel prospetto (*X*), devesi eziandio osservare, rispetto ai fiumi della Lombardia, che l'azione moderatrice dei laghi da essi attraversati si manifesterebbe prevalentemente nella portata delle piene e nella durata maggiore delle acque medie, mentre la portata della magra dipenderebbe in gran parte dalla maggiore o minor ricchezza delle sorgenti.

È qui devesi notare che, oltre a quelle le quali alimentano i nostri laghi e si scaricano dai loro emissarj, altre alimentano immediatamente i fiumi che ne escono, e scorrono profondamente incassati fra alte pianure diluviali od alluviali, ove scaturiscono dal fondo di essi e dalle laterali costiere. Queste sorgenti sono di tale ricchezza che, esauriti i fiumi con derivazioni fino a chiuderne integralmente la sezione, a non molti chilometri a valle si riproducono ancora fino a divenire navigabili presso la loro foce, dopo avere alimentate nuove derivazioni. Si è finora supposto che oltre alle sorgenti, le quali procedono dalla infiltrazione delle piogge e delle stesse irrigazioni nelle laterali pianure, altre vi concorrano in copia, provenienti dai rispettivi laghi. Arduo sarebbe il distinguere le une dalle altre; ma siccome quest'ultime dovrebbero avere un regime costante, atteso il livello pressochè invariabile del lago al confronto della considerevole cadente dei fiumi che ne escono; in quanto all'Oglio, la magra estiva del 1857. del tutto straordinaria e secolare, avrebbe dimostrato che esse sono di poco momento, almeno a qualche distanza dall'emissario. Imperocchè le ultime derivazioni del Condominio Pallavicino che, incominciando a 24 chilometri a valle dell'emissario, raccolgono le sorgenti di oltre 9 chilometri di fiume, raggiunsero, per termine minimo, la portata unitaria di 8 m. c., minore della metà di quella solita ad aversi da esse sorgenti, senza il sussidio delle acque fluviali, in totalità derivate nei tronchi superiori. Si è ciò attribuito alla mancanza, nell'inverno precedente, di piogge e di nevi, dalle quali vengono principalmente alimentate tali sorgenti. Quelle provenienti dalle irrigazioni, le quali si praticano per la più parte in estate, quando massimo si è l'effetto della evaporazione, si associano alle prime mano mano che queste si vanno esaurendo. L'apparente penuria dell'Adda in magra al confronto degli altri fiumi Ticino, Oglio, Mincio, la quale risulterebbe dall'unito prospetto (*X*), dipende da ciò, che la misura della sua portata si è fatta all'emissario, mentre per gli altri fiumi si è ricavata dalla portata minima delle loro derivazioni, nelle quali concorrono in copia le sorgenti preaccennate. E difatti, quantunque la portata dell'Adda nelle maggiori sue

(1) Vicnon, *Sur quelques observations météorologiques faites à Montsauche, etc.* (Ann. des ponts et chaussées, 1855, sem. II.)

(2) Mem. del 1852, pag. 38.

(3) Mem. precit., pag. 161.

(4) Mem. precit., pag. 209.

magre non oltrepassi i 25 m. c. all'emissario, pure dopo 34 chilometri se ne estraggono a Trezzo più che 26 m. c. pel Naviglio della Martesana; ed oltre a ciò, il fiume continua a convogliare un corpo d'acqua ragguardevole, che, unito a quelle del Brembo, talvolta scarsissime, oltrepassa però sempre la portata unitaria di 30 m. c., e si deriva nella Muzza, nei superiori canali Vajlata e Ritorto, e nell'inferiore Rivoltana.

Dall'esame di quel prospetto si può inferire, che l'irrigazione della pianura lombarda non sarebbe favorita soltanto dalla condizione del clima e del suolo, e dalla circostanza di aver fiumi alpini con piene estive moderate dai laghi; ma da quella eziandio della straordinaria loro ricchezza d'acqua. E per verità deve far meraviglia l'osservare come l'Oglio, il cui bacino non raggiunge due mila chilometri quadrati, venga adoperato per l'avvicendata irrigazione di oltre 90 mila ettari di pianura, utilizzando però anche le acque medie, e sottoponendosi a qualche perdita nelle non infrequenti magre del maggio e dell'agosto. Si è per questo motivo che nel Cremonese, il quale soggiace maggiormente a penuria d'acqua nelle mentovate contingenze, si regola la rotazione agraria quadriennale in guisa di riservare un solo quarto della superficie a prato, e da un quarto ad un terzo alla coltura del frumento, che non richiede irrigazione. Nel Lodigiano invece, maggiormente ricco d'acque derivate dall'Adda, la rotazione è sejennale, per cui il frumento si limita ad un sesto, ed il prato di solito corrisponde alla metà della superficie totale.

NOTA (*D*)

Sugli argini de' fiumi in generale, ed in particolare su quelli del Po.

La pianura adjacente al Po, per la parte più elevata, quale è d'ordinario quella prossima al fiume, fino dai tempi della dominazione degli Etruschi e dei Romani sarebbe stata difesa da arginature interrotte, le quali saranno rimaste generalmente distrutte ne' secoli di barbarie che si avvicendarono con quelli di civiltà. All'ultimo risorgere di questa è indubitato che l'arginatura continua del Po fosse di già compita da Cremona alla foce dell'Oglio. Intorno al 1300 sarebbesi proseguito il suo riordinamento nei tronchi inferiori, e nel secolo successivo per gli ultimi più prossimi alle foci.

Le paludi che innanzi alla romana dominazione si estendevano alla destra da Piacenza al mare, e che fino a Parma vennero in allora asciugate da Emilio Scauro (1), proseguivano inferiormente a qualche distanza dal Po, ove la pianura maggiormente si allarga, formando vasti stagni che con esso comunicavano, i quali si chiamavano, *Bondeno* per la parte superiore al Panaro, e *Padusa* per la parte inferiore. Dovevano quindi esservi anche argini interni, intesi a difendere i terreni alti dalle piene di quegli stagni; argini de' quali anche oggidì vedonsi gli avanzi.

Nello stato di abbandono in che rimasero que' territorj coll'ultima invasione de' Barbari, i torrenti dell'Apennino, liberi nelle loro espansioni, colmarono in molta parte quelle paludi. Nel secolo XVI queste si approssimavano tutta-

(1) Eruditi ed idraulici distinti, invocando l'autorità di Strabone, hanno ripetuto l'errore che Emilio Scauro prosciugasse quelle paludi riunendo in uno solo diversi rami del Po; mentre invece escavò a questo fine canali di scolo, che servivano in pari tempo alla navigazione. Il geografo greco di fatti così si esprime: *Anche molta parte della Celtica al di qua del Po era coperta di paludi, per le quali Annibale passò a stento andando verso la Tirrenia: ma Scauro asciugò quelle pianure, raccogliendone le acque in canali navigabili da Piacenza fino a Parma.* (*Geografia*, lib. V, cap. II, trad. di Francesco Ambrosoli, vol. III. Milano, 1833.) Per la prossimità dell'Apennino, i molti torrenti che in quel tratto ne discendono hanno colmato quelle paludi e cancellata la traccia degli antichi canali d'asciugamento.

via alla strada Emilia fra Parma e Reggio, ed in allora soltanto alle disordinate difese, che eransi mano mano erette ne' secoli anteriori, si sostituì una regolare bonificazione, col compire l'inalveazione e l'arginamento di tutti quei torrenti, e con un ben inteso sistema di canali di scolo. Lavori analoghi si eseguirono alla sinistra del Po ne' territorj inferiori.

Per la parte più bassa a destra, corrispondente all'antica Padusa, l'arginamento de' torrenti fu in generale troppo precoce sopra terreni di nuove alluvioni, mancanti della necessaria pendenza. Fu quindi mestieri portare gli argini ad enormi altezze, ed alcuni di que' torrenti si dovettero nuovamente rivolgere a rialzare coi loro depositi le più depresse pianure in appositi recinti, ossiano *casse di colmata*, dopo le frequenti rotte che manifestavano la quasi impossibilità di contenerli.

Pel primo tronco del Po da Cremona a Martignana, della lunghezza di trenta chilometri, ove il fiume scorre vagante in ampio letto, gli argini maestri, che costituiscono il primo tronco della sua arginatura continua fino al mare, sonosi collocati alla reciproca distanza di due, tre e persino quattro chilometri; e le spaziose golene che rimangono fra essi ed il fiume, nella parte più prossima a questo, si conservano nella condizione di boschi, che sorgono naturalmente a ceppaja, e che l'arte riduce di poi a cedui di capitozza, e successivamente ad alto fusto. Ma la parte di golena meno esposta a corrosione, e che si è sufficientemente rialzata coi depositi del Po, si rende coltiva cingendola di argini, alcuni de' quali riescono di notevole lunghezza fra le loro attaccature all'argine maestro, od agli altri argini interposti. In quel tronco del Po, ove fra l'argine maestro ed il fiume si è così formata una vasta rete di tali argini di golena, che generalmente si elevano al disopra del livello di massima piena, raro si è il caso che abbiansi ad eseguire opere di difesa delle sponde, le quali rimangono in balia del fiume. Ne' tronchi successivi, fino alla foce dell'Oglio, il Po conserva ancora il carattere vagante, che ripiglia per breve tratto anche sotto la foce della Secchia. Trovandosi però ivi l'arginatura maestra a minor distanza dal fiume, frequente è il caso che, a cagione delle variazioni del suo corso, sia minacciata da corrosione e ridotta alla condizione di *froldo*. Si provede in allora alla difesa territoriale, di solito col ricostruire l'argine in ritiro, oppure col premunire la sponda corrosa mediante opere di fascinaggio, quando le circostanze lo richiedano, per non viziare di troppo l'andamento del fiume, o per proteggere un abitato.

Il Po inferiore scorre raccolto in letto maggiormente profondo e con arginature maestre generalmente prossime al fiume, lo che accrescerebbe l'impegno della difesa, se a moderarlo non concorressero la maggiore resistenza delle sue sponde, costituite in gran parte da banchi di argilla; e conseguentemente le minori variazioni del suo corso.

Sistemate quelle arginature in relazione alle maggiori piene del 1801 pel tronco superiore all'Oglio, e del 1812 per l'inferiore, colla debita sorveglianza e mediante i provedimenti dati a tempo si evitarono finora i disastri di rotte, fatta eccezione di quelle del 1839 avvenute al Bonizzo ed a Castel Trivellino nel Basso Mantovano, per corrosione e non per elevazione delle acque. Nel mentovato tronco superiore all'Oglio le ultime rotte risalgono alla straordinaria piena del 1705, ossia ad un secolo e mezzo (1).

---

(1) Vedasi la *Notizia sulla straordinaria piena del Po avvenuta nell'ottobre* 1857 negli *Atti dell'I. R. Istituto*, vol. I, pag. 16, con avvertenza che è ivi inesatta la data della piena a Pontelagoscuro, il cui colmo avvenne alle ore 3 ant. del 26 anzichè alla mattina del 25, siccome erroneamente indicava un dispaccio telegrafico di Ferrara riportato dalla *Gazzetta* di Bologna. Non stanno quindi le osservazioni contenute nella Nota relativa, non essendo sopraggiunta alcuna recrudescenza nella piena del Panaro avvenuta il giorno 22; la quale fu moderata, giusta quanto ebbe a parteciparmi l'ingegnere in capo di Ferrara.

In quanto poi alla anomalia ivi notata nell'altezza della piena alla foce del Mincio, e quindi nel lago di Mantova, come pure a S. Benedetto in confronto di Borgoforte ed Ostiglia, sembra doversene realmente accagionare la direzione meno urtiva del filone contro la prima di esse località, ed eziandio presso Castel Trivellino posto 11 chilom. a valle, a differenza di quanto avveniva nel 1839. Pel diminuito ringorgo la piena sarebbesi comparativamente ribassata di $0^m,58$ alla foce del Mincio, e di $0^m,27$ a S. Benedetto, posto 3 chilom. a monte.

Nel Po inferiore, ove più grave è il pericolo, attesa la durata e l'elevazione delle piene, alla sorveglianza continua sono destinati appositi custodi residenti in luogo, da' quali viene regolata la guardia degli argini in tempo di piena sotto la direzione degli ingegneri, che in tali circostanze si portano sulla linea fluviale loro assegnata. Per la guardia concorrono i proprietarj dei territorj limitrofi fino ad una certa distanza, dietro compenso determinato dai regolamenti relativi. Essi, a seconda degli ordini, somministrano i giornalieri forniti degli attrezzi necessarj; i carri coperti di stuoje, che servono al loro ricovero, collocandoli sopra apposite piazzette numerizzate, aderenti all'argine; ed eziandio tutti quegli oggetti e materiali che fossero richiesti per provedere alla difesa.

Conoscendosi dalla Direzione delle Pubbliche Costruzioni in Milano lo stato di piena del Po presso Pavia, del Ticino all' emissario del lago Maggiore, e dell'Adda all' emissario del lago di Como, dopo l'istituzione dei telegrafi è dato di porgerne avviso agli ingegneri in capo di Mantova, di Rovigo e di Ferrara, 40 o 50 ore avanti che si propaghi la piena in que' luoghi. Essi possono così prevederne il procedimento e la misura, e regolare giusta il puro bisogno le disposizioni per la guardia degli argini; ai quali vantaggi quello si aggiunge di togliere da una terribile incertezza gli animi trepidanti d'intere popolazioni. A questo fine nell'ottobre 1856, mentre presiedeva alla direzione delle Pubbliche Costruzioni, feci diramare le *Istruzioni* a stampa che qui aggiungo.

Allorchè un argine di golena ha notevole lunghezza, la sua rottura, qualora avvenga nella tratta superiore, può tornare pericolosa all' argine maestro cui fosse congiunto, in conseguenza del ringorgo delle acque che si accumulano presso l'attaccatura inferiore. Si raccomanda quindi di regolare il livello e le dimensioni d'un argine di golena in guisa che riesca maggiormente robusto ed elevato nella parte a monte, affinchè, nel caso di tracimazione, questa abbia ad avvenire nella parte a valle. Per tal modo si prepara quivi una breccia che, permettendo l'introduzione delle acque esondanti di sotto in su, scema la *chiamata* di quelle delle altre brecce che avessero ad aprirsi di poi nel tronco superiore, ed in pari tempo offre loro uno sfogo; con che verrebbe meno il loro ringorgo. Allorchè le arginature di golena costituiscono, come sul Cremonese, una lunga rete che ne' suoi estremi si attacca all'argine maestro, si accrescono le complicazioni ed i pericoli cui questo viene esposto in simili contingenze. Mezzo opportuno per evitarli sembra quello di riunire in regolare consorzio i proprietarj dei singoli recinti per ogni gruppo di essi costituente un circondario, che a' suoi estremi si attacca all'argine maestro ove questo viene bagnato dalle piene del fiume: di sistemare a comuni spese quella linea arginale che si riconosce maggiormente atta alla generale difesa; di sistemare pure alcune linee trasversali di tali argini che si estendano dall'argine maestro a quello consorziale di frontiera; e di deprimere questo di circa un metro sotto il livello normale per breve tratto a monte dell'attaccatura col traversagno, costruendo ivi una semplice cresta, o soprasoglio, che raggiunga il livello stesso. All'avviso di minaccia di una rotta superiore, gli uomini di guardia taglierebbero il detto soprasoglio, e colla breccia che ivi tosto si formerebbe, si otterrebbero gli effetti preaccennati, a salvezza dell'argine maestro e dei circondarj inferiori di golena, che rimarrebbero così protetti dall'argine trasversale. Gli argini di golena devono in generale rialzarsi e rinforzarsi nelle loro attaccature all'argine maestro, in guisa che non avvenga la loro rottura in tale prossimità di questo, da poter rimanere minacciato di corrosione dalla corrente della breccia.

Secondo tali vedute sonosi fatte delle proposte per provedere specialmente alla difesa dell'arginatura maestra del Po nel Cremonese, la quale pel motivo suindicato, tanto nel 1839 quanto nel 1855, si trovò esposta ad immediato pericolo di rotta, oltre ai considerevoli danni apportati ad estesi recinti di golena rimasti inondati (1).

(1) Altrettanto avvenne nella recente piena massima dell'ottobre 1857, dalla quale rimase inondato il vasto circondario di golena da Torricella a Martignana. Pel

La rottura di un argine avviene o per corrosione, o per sormonto, o per sifone, oppure per sfianeamento dopo essersi rammollito. In generale l'ampiezza della breccia dipende dalla elevazione delle acque sulla campagna, dalla insistenza della piena, e dalla estensione e capacità del recinto inondato, per cui prolungasi più o meno l'abrasione dell'argine troncato. Quando la rottura dipende da corrosione della sponda, di solito si ha la massima ampiezza della breccia, in quanto che la *chiamata* della corrente di questa accresce la violenza di quella del fiume, e quindi la lunghezza dell'argine che rimane da essa ingojato. Quando invece l'argine è protetto da una golena, la breccia riesce meno estesa; e meno ancora quando alla rottura dell'argine maestro si associa in precedenza quella di un argine di golena, per cui il salto delle acque si distribuisce sopra due punti, scemandosi così l'azione della corrente (1).

Se le golene del Po sono difese da argini e coltivate, di solito se ne ricava un prodotto di qualche momento; ma quando per corrosione degli argini rimangono aperte, trovandosi in allora esposte alla inondazione delle piene estive, quantunque in generale elevate sul livello delle piene ordinarie, non si prosegue a coltivarle, per non arrischiare le sementi e l'opera; e riduconsi ad un meschino pascolo. La produzione dei boschi alluviali poi è di poca entità, potendosi calcolare di netto da 15 a 20 fr. l'ettaro all'anno.

Allorchè le ampie golene sono libere, accrescono la sezione viva del fiume in piena; e mentre per la minore elevazione di questa tornano utili alla località, lo sono pure ai tronchi inferiori del fiume per l'espansione procurata alle acque, la quale modera a valle la portata di essa piena, particolarmente nel suo colmo. Ma quando le golene sono ingombre di folte boscaglie od attraversate da argini o da strade elevate, che ammorzino la corrente, il vantaggio principale si limita all'espansione. Coi boschi d'alto fusto regolarmente disposti si può conciliare, rispetto ai fiumi alpini, una mediocre produzione del suolo che rimane a pascolo, ed un libero scarico delle piene.

Il sistema degli argini trasversali insommergibili, che finora non venne applicato in Lombardia, dal quale, rispetto al regime del fiume, si può ottenere il vantaggio della espansione delle acque, parrebbe poter convenire anche per nuove inalveazioni di torrenti sopra campagne molto depresse, ove gli argini devono elevarsi ad un'altezza straordinaria con pericolo di frequenti rotture ed inondazioni; siccome avviene per quelli del Bolognese e della Romagna. Stabiliti da principio gli argini longitudinali ad una distanza doppia o tripla dell'ordinaria, cui metterebbero capo gli argini trasversali, questi promoverebbero nei loro intervalli copiosi depositi, per la più uniforme distribuzione dei quali potrebbe forse giovare il deprimere un tratto dell'argine trasversale, riducendolo con opere di fascinaggio a sfioratore, siccome praticasi per quelli dei recinti di colmata nella Toscana. Rialzate così quelle golene, si toglierebbero gli argini trasversali e si avvicinerebbero su di esse quelli longitudinali, a tergo de' quali rimarrebbero spaziose banche utilizzabili a prato, che assicurerebbero in pari tempo la difesa territoriale. Trattandosi poi di fiumi jemali, potrebbero pure utilizzarsi in modo analogo le golene rialzate, siccome praticasi per le adjacenze della Sonna e della Senna, semprechè il corso delle acque non fosse troppo violento, nel qual caso si potrebbero conservare gli argini trasversali al fine di moderarlo.

L'ingegnere Dumont si pronuncia, come vedemmo, contro gli argini insommergibili; ma da quelli sommergibili si ripromette rebbe invece immensi vantaggi. Egli calcola in tre milioni di ettari la superficie delle pianure adjacenti ai fiumi della Francia che potrebbero esserne pro-

---

ringorgo delle acque esondanti fu mestieri rialzare in varj punti con soprasogli l'arginatura maestra minacciata di tracimazione, e quindi di rottura.

(1) Vedansi gli esempj addotti di tali rotte e della loro misura nei *Cenni idrografici* inseriti nelle *Notizie naturali e civili sulla Lombardia;* come pure nel sunto che l'ingegnere Baumgarten dà delle mie Memorie sui fiumi della Lombardia. (*Annales des ponts et chaussées*, 1847, sem. 1, pag. 180.)

tette, ed in fr. 50 all'anno per ogni ettaro l'aumento di produzione, che perciò ascenderebbe alla vistosa somma di 150 milioni di fr. Dello stesso avviso sarebbe il signor Dausse; e di fatti, lungo la Sonna si sarebbero applicati simili argini sommergibili. Chè anzi il signor Laval ne avrebbe proposti coll'aggiunta di chiavichette intese ad introdurre le acque torbide delle piene jemali nel recinto arginato, quando la elevazione di queste non è tale da sovrechiare gli argini ed espandersi sulle praterie.

Il signor Puvis, agronomo reputatissimo, nella sua Memoria sull'impiego delle acque nell'agricoltura (1), osserva che in alcune località lunghesso la Sonna la pubblica amministrazione ha concesso l'erezione di tali argini sommergibili, mentre per altre ne ha ricusato il permesso. Lo stesso autore poi, a dimostrare gli immensi danni che derivano dagli argini insommergibili, ed eziandio da quelli sommergibili, i quali, secondo lui, si vanno mano mano rialzando fino a ridurli alla condizione dei primi, consacra un articolo estesissimo della sua Memoria, ove, secondo il solito, adduce a prova del suo assunto i dannosi effetti avutisi dall'arginamento de' fiumi in Italia. Fra questi comprenderebbe la sterilità e l'insalubrità delle Maremme Toscane, della Campagna di Roma, e delle Paludi Pontine, regioni tutte che un tempo trovavansi nella più florida condizione. Sull'autorità poi dell'ingegnere Mescure de Laplane, che ha visitato i luoghi, dichiara che mentre *i Polesini* compresi fra l'Adige ed il Po erano di una fertilità meravigliosa allorchè i fiumi dell'Italia superiore trovavansi disarginati, oggidì altro non sono che valli o paludi (*marécages*) (2). Trattandosi di fatti che vengono facilmente ammessi da chi non conosce i luoghi, reputo opportuno rettificarli.

Il *Polesine* compreso fra l'Adige ed il Po era un complesso di valli e paludi avanti che si difendesse con argini dalle espansioni di que' fiumi. Oggidì invece presenta generalmente l'aspetto di campagne ubertosissime, particolarmente dopo la diversione dell'ultimo tronco del Po, praticata duecento cinquant'anni sono, per la quale gli scoli si scaricano liberamente in mare per l'alveo derelitto di esso, ridotto alla condizione di semplice colatore; e dopo essersi liberato dalle acque dell'Adige col recente chiudimento del diversivo *Castagnaro*. La sua condizione poi va a migliorare di molto coll'opera di bonificamento delle *Valli Grandi Veronesi* mediante la sistemazione del Tartaro, attualmente in corso di esecuzione, e coll'estendersi l'applicazione delle macchine idrofore per l'asciugamento delle parti più depresse (1). La sua feracità è sicuramente dovuta all'arte; richiede cure incessanti; ed è soggetta a disastrose vicende: condizione inevitabile di un territorio tolto al dominio del fiume, che incessantemente minaccia di ripigliarlo.

Il Tevere, ed in generale i fiumi che formarono coi loro depositi le Maremme Toscane e le Paludi Pontine, fatta eccezione dell'Arno, sembra non sieno stati giammai arginati, meno in qualche caso speciale (2). La triste condizione del litorale toscano e romano dalla Magra a Gaeta, anzichè agli argini, devesi piuttosto attribuire principalmente alla distruzione dei boschi sulle pendici dei monti, che sarebbe avvenuta fino dai tempi della romana dominazione, ne' quali se ne manifestavano di già i tristi effetti. Altrettanto sarebbesi praticato sul versante orientale dell'Apennino verso l'Adriatico, ma senza quelle fatali conseguenze, a cagione della maggiore pendenza delle spiagge, dell'azione

(1) *De l'emploi des eaux en agriculture*. Paris, 1849.
(2) Ivi, pag. 162.

(1) Coll'opera di sistemazione del Tartaro, la quale consiste principalmente in una generosa escavazione, si vengono a redimere circa 20 mila ettari di valli nella parte a monte del Polesine. In quelle più depresse a valle, gli asciugamenti si praticano mediante ruote olandesi od anche *turbine* a forza centrifuga, mosse le une e le altre dal vapore.

(2) Tale sarebbe l'argine dell'Ombrone, che si elevò a notevole distanza dal fiume per impedirne le espansioni sulla Maremma di Grosseto. Vedasi in proposito il Discorso sopra le Maremme del conte Fossombroni. — Tartini, *Memorie sul bonificamento delle Maremme Toscane*. Firenze, 1838, pag. 371.

della marea e di quella dei venti salubri del nord procedenti dalle Alpi. Non avvenendo altrettanto per le spiagge del Mediterraneo summentovate, in origine meno declivi perchè più lontane dalle creste dell'Apennino, e rese maggiormente sottili dai depositi provenienti dal degradamento dei monti, ne emerse quella zona di stagni e paludi, ove la miscela delle acque dolci colle salse è fonte di micidiali esalazioni, che i venti della marina propagano ne' prossimi territorj.

Il signor ingegnere Dupuit nella sua Memoria sulle acque correnti (1) osserva che le rotture degli argini a monte influiscono pochissimo ad alleviare la piena a valle, ed a prova di ciò prende ad esaminare l'effetto che si avrebbe da una simile rottura in un argine della Loira, ove la portata unitaria di questa in somma piena fosse di 10000 m. c., ed il volume delle acque deviate sopra una pianura di 90 chilom. quad. in altezza media di 2^m, di 180 milioni di m. c., equivalenti al deflusso di cinque ore. Supposto che scorrano 24 ore avanti che si riempia quel bacino, e che anche oltre un tale periodo si conservi lo stato di *colma*, nota come in allora si debba tuttavia avere a valle una piena massima eguale. Io non potrei ammettere con lui che tali brecce si formino più giorni avanti che la piena giunga al suo colmo; a meno che non fossero effetto di corrosione, mentre di solito dipendono dal soverchiamento dell'argine poche ore avanti che la piena arrivi ad un tal limite. Ne' tronchi inferiori, ove questa è di molta durata, potrebbe avvenire per sfianeamento dell'argine rammollito, siccome sarebbesi verificato nella piena del 1856 per la Loira inferiore nel dipartimento di *Maine et Loire*, ove era formato con materia sabbioniccia (2). Convengo poi che colla restituzione delle acque d'inondazione al fiume venga ad aggravarsi la piena ne' tronchi inferiori, particolarmente ove vi concorrano poderosi influenti. Ma siccome la piena parziale di questi potrebbe essersi già in precedenza scaricata, in molti casi i tronchi inferiori verrebbero ad ottenere da tali rotture qualche sollievo; circostanza per altro che non dovrebbe giammai consigliare di procurarlo ad arte, con un atto d'ingiustizia inaudita. A meglio dimostrare la cosa gioverà l'esempio di qualche fatto.

Dopo la piena massima del Po avvenuta l'8 novembre del 1839, la corrosione ha investito l'argine destro al Bonizzo sotto Revere, aprendovi il giorno 12 una breccia che in pochi giorni si allargò ad oltre 750^m. Ivi la campagna trovavasi depressa 6^m sotto il livello di massima piena. Per colmo di sciagura, dopo che ne' tronchi superiori la piena erasi abbassata di un metro, sopravvenne altra piena dal 14 al 15, che rimase ivi di soli $0^m,25$ al disotto della precedente. L'accelerazione delle acque chiamate dalla breccia del Bonizzo promosse la distruzione di alcuni ripari a monte di Revere presso Castel Trivellino, ove il giorno 16 si aprì una seconda breccia. La pianura per tal modo inondata veniva a riuscire della superficie di circa 470 chilom. quad., e le acque, che ne' luoghi più depressi s'elevarono a 6^m e 7^m, potevano considerarsi di un'altezza media di 2^m, per cui il volume di quelle deviate a riempimento di un tale bacino si calcolò prossimamente in 940 milioni di m. c. La piena del Po del 15 novembre poteva considerarsi della portata unitaria di circa $6000^{m.c.}$ (1).

L'aprimento della prima breccia cagionò, al confronto dei tronchi superiori, un abbassamento di piena a Revere di $1^m,70$; e nei tronchi inferiori, ove non vi sono più confluenze di qualche momento, l'abbassamento fu di $1^m,60$ ad $1^m,50$.

Il giorno 17 si aprirono alcune brecce nella parte dell'argine a valle presso la foce del Pa-

(1) *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux courantes.* Paris, 1848, pag. 226.

(2) *Constitutionnel* del 24 settembre 1857.

(1) La scala dei deflussi del Po da me ricavata dalle misure praticate principalmente dal Bonati, a Pontelagoscuro dava $5149^{m.c.}$ per la portata della piena massima del 1839. Rilevatisi dall'ingegnere Possenti notevoli errori di conteggio in tali misure, e rettificatasi da lui la scala, si avrebbe per la detta piena massima la portata di $4264^{m.c.}$; misura che pei motivi da me sviluppati nella *Notizia sulla piena del novembre 1855* considero tuttavia al disotto del vero.

naro, ove le acque d'inondazione, sovrastando di pressochè 2.m a quelle del fiume, col restituirsi in questo cagionarono una piena parziale nel tronco inferiore, che giunse ad un metro circa sotto la massima, mentre a monte le acque del fiume continuavano invece ad abbassarsi. L'alzamento ivi cagionato dallo scaricarsi dell'inondazione si può calcolare di $1^m,60$ pel giorno 20 novembre (1).

Abbassatesi tuttavia le acque nei tronchi superiori fino al 27 novembre, si rialzarono di nuovo in due riprese, portandosi dal 2 al 6 dicembre a Casalmaggiore a $0^m,70$ sotto il livello di piena massima. A Revere fra le due brecce la piena si tenne $2^m,67$ sotto un tale livello, e $0^m,70$ soltanto dal 7 al 9 a Pontelagoscuro a valle delle brecce di restituzione. E ciò, malgrado l'immensa diversione delle acque cagionata da quell'ampia varice, per la circostanza che il tronco inferiore del Po era tuttavia gonfio in causa dell'afflusso delle acque d'inondazione.

Ho di già osservato (§ 12) come nel 1846, giusta le rappresentazioni grafiche esibite dal sig. Belgrand, la piena della Loira ad Orléans siasi alzata di 8^m in un giorno, e siasi tosto ribassata, non rimanendo al disopra della piena ordinaria che un giorno, mentre a Tours sarebbesi conservata tre giorni sopra un tale livello; lo che si è da me attribuito a rottura degli argini superiori, ed alla successiva restituzione delle acque a Tours. Suppongasi di fatti che la pianura sommergibile della Loira da Sully alla foce del Loiret sia della superficie di 160 chilometri quadrati, e di altri 40 chilometri quadrati il suo tronco successivo fino alla costa di Nonan sotto la foce dell'Ardoux, e che per la rottura degli argini siasi coperta d'acque in altezza media di 2^m, ne risulterebbe un volume di 400 milioni di m. c. d'acque divertite dal fiume, con che si spiegherebbe l'anomalia summentovata. La piena massima momentanea avutasi ad Orléans la notte dal 20 al 21 ottobre, dell'altezza di $6^m,78$, sarebbesi propagata la mattina del 22, ossia dopo 36 ore, a Tours, posto a 114 chilometri di distanza, innalzandovi le acque fino a $6^m,50$. Dopo il mezzodì si sarebbero queste abbassate di $0^m,10$ per rialzarsi fino alla mezzanotte a $7^m,15$ e conservarsi in colmo circa 6 ore, in conseguenza appunto della restituzione delle acque d'inondazione (1).

Il sig. Dupuit, allo scopo d'impedire il rigonfiamento delle acque d'inondazione nella parte a valle di un recinto arginato, consiglia di applicarvi una chiavica di scarico con cateratte. In Lombardia l'esperienza ha dimostrato quanto tale pratica sia pericolosa, essendo pressochè inevitabile la distruzione di simili edifizj costrutti sopra terreno di alluvione, atteso l'enorme carico che si forma a tergo di essi, e quindi il profondo gorgo che si eseava al loro sbocco, senza ottenere un efflusso proporzionato all'afflusso, proveniente di solito da ampie brecce. Il celebre idraulico Aleotti d'Argenta, ingegnere del duca di Ferrara, in un'opera manoscritta che si conserva nella biblioteca estense di Modena (2), la quale sarebbesi da lui compita intorno al 1630, riferisce che per essersi tenuta aperta la chiavica delle Quatrelle sul Mantovano, onde scaricare le acque di rotte superiori dello stesso circondario stato inondato nel 1839, essa chiavica rimase distrutta, dopo di che fu mestieri impedire il libero scolo a quell'esteso territorio, il quale soggiacque ad una prolungata inondazione. Aggiunge, che in simili circostanze è prudente consiglio il tener chiuse le chiaviche, procurando lo scarico delle acque d'inondazione *col taglio dell'argine a valle*. Avvenuto il disastro, per quanto pare, nel 1609, non sarebbesi seguita tale regola due anni dopo, quando cioè nel 1611 il Bertazzolo ricostrusse la chiavica delle Quatrelle con quattro occhi, allo scopo ap-

(1) In qualche scritto anteriore aveva accennata una maggiore elevazione di quella piena parziale, che ho ridotta all'indicata misura dopo di avere riconosciuta erronea l'altezza all'idrometro delle *Quatrelle* applicato a quella chiavica, donde in parte scaricavansi con notevole pendenza le acque d'inondazione.

(1) Vedasi su questo argomento anche la precitata *Notizia* sulla straordinaria piena del Po del 1857, non che la nota (M) sulla nuova Memoria del sig. Vallès.

(2) *Della scienza et arte di ben regolare le acque.*

punto di scaricare anche le acque d'inondazione. Ma nella memorabile piena del 1705, due occhi di quella chiavica rimasero distrutti (1); sorte della quale fu minacciata anche la parte residua dell'edificio nel 1839 per essere stata imprudentemente aperta allo scopo di scaricare egualmente le acque d'inondazione. La violenza della corrente avendone impedito il chiudimento tentatosi dopo essersi rilevato l'errore occorso, la sua salvezza si dovette, dopo il taglio del prossimo argine, alla controcorrente che si formò con moto vorticoso, da cui vennero rintuzzate le acque sgorganti dalla chiavica.

In quella circostanza l'autorità politica, cedendo alle istanze della popolazione, voleva che si aprisse pure il *chiavicone della Moglia* sul *Cavo diversivo* presso Sermide, interposto alla rotta del Bonizzo ed alla chiavica delle Quatrelle; ma il custode Fusina, prevedendone le sinistre conseguenze, vi si oppose, protestando contro siffatta misura, e dichiarandone responsale l'Autorità che per forza l'avesse voluta.

Anche nella provincia di Pavia si tenne aperta nel 1841 la chiavica sul grande colatore *Reale* nella bassa arginatura di Po e Lambro in occasione d'inondazione d'acque superiori, per cui rimase distrutta, e dovette ricostruirsi coll'ingente dispendio di più che lire 360,000, oltre a quello richiesto da una chiavica provisoria, ed oltre ai pericoli cui rimase esposto il circondario pei diversi anni che precedettero la ricostruzione dell'edifizio.

Nella piena del 1856 gli argini della Loira inferiore, costrutti generalmente con terra sabbioniccia, resistettero oltre al colmo della piena, e di poi rammolliti, sonosi, come avvertimmo, sfiancati e rotti. Anche sul Po inferiore e sull'Adige vi sono argini costrutti con materia simile; ma avuto appunto riguardo a questa circostanza speciale ed alla durata delle piene, si assegnano loro dimensioni più generose, ed a norma dell'altezza sulla campagna si difendono ivi con banche, ed anche con sottobanche, aventi scarpe di 2 a 3 di base per 1 di altezza. Si ha inoltre l'avvertenza di non iscavar fossi verso campagna entro la distanza di 40^m dal loro piede, e di astenersi da qualunque piantagione e lavoratura del terreno fino a 4^m (1). Viziosa perciò sarebbe la pratica consigliata da Polonceau di escavare verso la campagna fossi presso l'argine onde raccogliere gli scoli, e di piantare su di essi alberi e siepi, le cui radici, infracidendosi col tempo, lascerebbero nel corpo dell'argine vani pericolosi, oltre ai dirupamenti che potrebbero in essi avvenire ove gli alberi venissero rovesciati dai venti in tempo di piena, quando la terra è rammollita (2). In luogo di ricostruire, come sarebbesi proposto, quegli argini della Loira con terra migliore, che forse dovrebbe prendersi con enorme dispendio a considerevole distanza, basterebbe con essa rifarne il nucleo, ed eziandio riempire un fosso da escavarsi sotto la loro base, quando le filtrazioni in tempo di piena si aprissero ivi una via in tal copia da minacciarne la distruzione; ben inteso che alla sezione dell'argine siasi assegnata quella forma e quella misura che valga ad ottenersene la necessaria resistenza.

(1) Bevilacqua, *Informazione sugli argini del Mantovano*. Mantova, 1734, pag. 59. — Idem, *Informazione sugli scoli*. Mantova, 1737, pag. 38.

(1) Veggansi i *Cenni idrografici sulla Lombardia*, l'annessovi prospetto XIV, e le figure della tav. 114, unita al precitato sunto dell'ingegnere Baumgarten.

(2) *Projets de régularisation et endiguement de la Laue et du Doubs*. Paris, 1841, chap. I, pag. 21; chap. II, pag. 26.

ISTRUZIONI

per la trasmissione ed intelligenza dei dispacci telegrafici concernenti il procedimento delle piene del Po.

Le osservazioni contemporanee fatte ai diversi idrometri del Po hanno rivelato che le sue piene impiegano, per termine medio, nel propagarsi da Pavia a Mantova 48 ore, e da Pavia a Pontelagoscuro 60 ore. Di tale circostanza si è approfittato nel 1846 in occasione delle memorabili piene del maggio e dell'ottobre, trasmettendosi coi soli mezzi postali le notizie pervenute

da Pavia a Mantova 24 ore avanti che vi giungesse la piena. Dopo l'istituzione dei telegrafi, tali notizie giungevano a Mantova 40 ore prima della piena; essendosi a questo fine stabilito un idrometro sul Po alla Becca presso Pavia sotto la confluenza del Ticino. Se oltre alla notizia del Po si danno quelle dei due grandi influenti Ticino ed Adda dedotte dalle osservazioni idrometriche dell'emissario del Lago Maggiore a Sesto Calende pel primo, e del Lago di Como per l'altra, si vengono ad avere dati onde presagire pel Po inferiore con sufficiente approssimazione l'elevazione della piena ed il tempo nel quale giungerà al suo colmo. In tal modo, oltre al vantaggio di regolare le disposizioni per la guardia degli argini nei limiti del puro bisogno, si ha quello inapprezzabile di calmare gli animi trepidanti d'intere popolazioni. Ora che si sono stabiliti uffici telegrafici a Como, a Rovigo ed a Ferrara, e che uno ne verrà istituito eziandio a Pavia, gli ingegneri in capo di Mantova, di Rovigo e di Ferrara, ricevuto l'avviso telegrafico 40 o 50 ore avanti che si propaghi quel dato stadio di piena, hanno agio di diramarlo sopra *stampiglie* predisposte agli ingegneri e custodi che si trovano sulle linee degli argini. Importando assaissimo che l'avviso sia semplice, che contenga quanto è necessario a sapersi, e che se ne possano facilmente coordinare le indicazioni per prevedere il procedimento della piena, si premettono alcune notizie sugli idrometri dai quali vengono desunte.

« Idrometro del Po alla Becca = Magra ordinaria, a zero; massima magra, un metro sotto; piena ordinaria $4^m,40$; massima piena dell'ottobre 1846, $7^m,00$. Incremento orario massimo, cent. 10; minimo prossimo al colmo, o *stanca*, cent. 1. »

« Idrometro di Sesto Calende, ove il Ticino esce dal Lago Maggiore = Massima magra, a zero; piena ordinaria, a $3^m,20$; massima piena 1840, a $4^m,77$. Incremento orario massimo, millim. 50; minimo prossimo al colmo, millimetri 5. »

« Idrometro nel porto di Como annesso a quel lago da cui esce l'Adda = Massima magra, cent. 40 sotto zero; piena ordinaria, 2^m00; massima piena del giugno 1855, $3^m,55$. Incremento orario massimo, millimetri 40; minimo prossimo al colmo, millimetri 4. »

Forma dei dispacci.

I.

Po - Becca ott. g. 1. or. 6. a. 2,21.	L. Maggiore sett. g. 28. or. 6. a. 1,52.	L. di Como ott. g. 1. or. 6. a. 1,87.
— 2. id. 3,61.	— 29. id. 2,40.	— 2. id. 2,12.
	ott. g. 1. id. 2,70.	

II.

Po - Becca ott. g. 3. or. 8. a. 4,97.	L. Maggiore ott. g. 2. or. 6. a. 3,40.	L. di Como g. 2. or. 6. p. 2,29.
— 10. a. 5,00.	—. 12. m. 3,48.	3. 12. m. 2,48.
— 6. p. 4,84.		

III.

Po - Becca ott. g. 4. or. 6. a. 4,35	L. Maggiore ott. g. 3. or. 6. a. 3,70.	L. di Como g. 4. or. 6. a. 2,52.
	— 12. m. 3,67.	— 12. m. 2,50.

Gioverà che le indicazioni per il Po partano possibilmente dal principio della piena, e che gli intervalli si prendano a norma delle variazioni negli incrementi orarj. Quelle pei laghi dovrebbero comprendere intervalli di 6 o di 12 ore.

Se la piena del Ticino è molto pronunciata, e tale non sia quella dei fiumi torrenti dell'Apennino, siccome può ricavarsi dai primordj della piena del Po inferiore ove giungono pei primi, si avrà probabilmente in esso Po inferiore una piena minore, e viceversa maggiore per una combinazione opposta, e particolarmente quando sia notevole la piena dell'Adda.

Osservazione. — *Nel modulare delle* stampiglie *sulle quali l'ingegnere in capo fa trascrivere i dispacci telegrafici ricevuti, per diramarli tosto agli ingegneri e custodi sulle linee fluviali, viene indicato per ogni località cui si riferiscono, il giorno e l'ora delle osservazioni idrometriche, l'altezza sullo zero, come pure l'incremento o decremento orario. Sono pure riportati i dati contenuti nelle* Istruzioni, *che vedonsi tratteggiati; aggiungendosi un cenno sul colmo probabile della piena e sulle disposizioni di guardia.*

NOTA (*E*).

Dell'influenza de' boschi sul regime de' fiumi e sullo stato meteorico di un paese; con osservazioni sotto questo rapporto sulle irrigazioni della Lombardia e sul bonificamento della Lande della Guascogna.

Nel rapporto che lessi il 7 maggio 1846 all'I. R. Istituto, qual relatore della Commissione delegata all'esame delle Memorie presentate sul quesito concernente il rimboschimento de' monti (*Giornale dell'I. R. Istituto*, T. XIV, pag. 65), sonosi premesse le seguenti considerazioni sulla influenza dei boschi.

Essa sarebbe indeterminata sui fenomeni elettrici, attesa la mancanza di sufficienti osservazioni, e l'oscurità nella quale trovansi ancora avvolte le dottrine da cui dipende lo scioglimento della quistione; sarebbevi pure incertezza rispetto all'influenza dei boschi sulla temperatura, notandosi però come molti vadano persuasi, all'appoggio di ragioni plausibili, che essi moderino tanto il calore estivo quanto il soverchio freddo jemale, avvicinando così i limiti della più alta e della più bassa temperatura dei luoghi, almeno per le parti più prossime.

In quanto ai venti, sembra provato che i boschi ne impediscano, o moderino l'azione per la plaga nella quale esistono, senza ammettere però che quest'effetto possa estendersi a notevoli distanze, siccome taluni pretenderebbero.

Circa all'influenza dei boschi sulla condizione udometrica ed idraulica di un paese, pareva la cosa meno incerta, dacchè lo studio dei fenomeni che vi si riferiscono dipende da principj abbastanza conosciuti; ed a confermare le conseguenze che se ne possono dedurre, concorrerebbero non poche osservazioni di fatto.

Rispetto al primo punto, lo stato di comparativa maggiore umidità in che trovasi un territorio boscato, sembra abbia a promovere la precipitazione del vapore trasportato da venti umidi, ed anche quello sorto dalla stessa superficie del suolo, particolarmente qualora i boschi occupino una considerevole estensione; di maniera che dovrebbero accrescere eziandio la copia delle piogge annuali.

Pel secondo punto si esponevano i seguenti fatti.

La Senna, come vedemmo, per dichiarazione dell'imperatore Giuliano, scorreva a' suoi tempi con pari quantità d'acqua nell'estate e nell'inverno (1). Quantunque da tale dichiarazione si possa arguire che fosse in allora minore lo squilibrio nella portata del fiume per le varie stagioni, si ha però motivo di dubitare che le popolazioni barbare, le quali occupavano il territorio da esso bagnato, conservassero memoria delle maggiori sue piene.

La Loira ai tempi di Luigi XI si conservava navigabile tutto l'anno, mentre ora non lo è che in tempo di piogge (2).

Per varj fiumi delle provincie venete le magre osservate negli ultimi tempi sarebbero assai più pronunziate di quello che fossero in addietro (3).

Dopo il diboscamento de' monti che circondano la valle del Messico, i laghi posti sul fondo di essa si sono talmente ristretti, che la metropoli, la quale si trovava in origine fondata sopra alcune isole del lago di Tezcuco, ne è ora distante per oltre quattro chilometri. E tutta la parte piana, che un tempo era coperta di praterie naturali, si è di poi convertita in aride steppe sparse di efflorescenze saline (4).

Ai fatti preaccennati, altri se ne possono aggiungere esposti dal signor Boussingault, in parte da lui raccolti in occasione de' suoi viaggi nelle regioni equinoziali (5).

---

(1) Dausse *De la pluie, etc.* (Annales des ponts et chaussées, 1842, sem. 1).

(2) Legrom et Chapperon, *Sur le régime des rivières à fond mobile.* Ann. precit., 1838, sem. 1, pag. 344.

(3) Paleocapa, *Indizj della diminuita portata magra de' fiumi.* (Memorie dell'I. R. Istituto Veneto, vol. I.)

(4) Humboldt, *Saggio politico sulla Nuova Spogna.*

(5) *Annales de physique et de chimie*, T. LXIV, p. 115. Vedasi pure: Becquerel, *Elémens de physique terrestre*, pag. 197. Paris, 1847.

La valle d'*Aragua*, provincia di Venezuela, prossima alla costa del mare, è circondata da monti e colline, donde discendono acque, le quali, come nella valle del Messico, si raccolgono in un lago chiuso, detto di *Tacarigua*. La città di *Nueva Valencia* venne eretta nel 1555 alla distanza di mezza lega (2200^{m}) dal lago, e nel 1800 Humboldt la riconobbe distante 2700 tese (5300^{m}), per cui il lago sarebbesi allontanato di 3100^{m}; lo che da lui attribuivasi al diboschimento de' monti e colli circostanti. Sopravvenute le guerre dell'indipendenza e le intestine discordie, ed abbandonata in gran parte l'agricoltura, i boschi, che crescono con prodigiosa prontezza nelle regioni tropicali, sonosi spontaneamente riprodotti, ed il lago ha preso a distendersi di nuovo, coprendo colle sue acque molte terre coltivate; siccome lo stesso Boussingault potè informarsene nel 1822 dagli abitanti.

Sull'altipiano della *Nuova Granata*, elevato dai 2000 ai 3000 metri sul mare, vide due laghi separati da estesi terreni, coltivati da oltre trent'anni; mentre sessant'anni innanzi trovavansi riuniti in un lago solo. Gli abitanti attribuivano il ritiro delle acque ai praticati diboscamenti. Altri laghi, come sarebbe quello di *Tota*, prossimo a Fuquenè, posti in località ove non avvennero diboscamenti, non sono andati soggetti a notevole diminuzione d'acqua.

Nel 1826 le montagne metallifere di *Marmato* (nella provincia di Popayan) non presentavano che qualche misera capanna, abitata da schiavi negri. Nel 1830 lo stato delle cose era totalmente cangiato, trovandovisi numerosi opifizj e una popolazione di 3000 abitanti. I diboscamenti eransi incominciati da due anni soltanto, e di già scorgevasi la diminuzione delle acque impiegate qual forza motrice. Ciò non pertanto le osservazioni udometriche persuasero al signor Boussingault che la quantità di pioggia caduta il secondo anno era maggiore di quella caduta nel precedente; laonde ne indusse, che il diboscamento può bensì diminuire e disseccare le sorgenti, senza che per questo cada minor quantità di pioggia.

Sonosi istituite indagini per rilevare se la quantità della pioggia che cade nelle diverse parti dell'Europa andasse diminuendo; ma il fatto non lo comproverebbe. Dopo il 1689 la quantità della pioggia caduta a Parigi è piuttosto aumentata in lieve misura; lo che avrebbe riconosciuto anche il De Cesaris per Milano, partendo dal 1763.

Il signor Boussingault, dopo i fatti premessi e le altre osservazioni da lui praticate, discenderebbe alle seguenti conclusioni: 1.° i grandi diboscamenti diminuiscono la copia delle acque vive che defluiscono in un paese; 2.° non è dato decidere se tale diminuzione debbasi attribuire ad una minore quantità di pioggia, o ad una maggiore evaporazione delle acque cadute, od a queste due cause associate; 3.° nelle contrade che non hanno provato alcun cangiamento di coltura, la copia delle acque vive non sembra aver variato; 4.° i boschi, conservando le acque vive, ne rendono maggiormente regolare il deflusso; 5.° la coltura stabilita in un paese arido e nudo dissipa una parte delle acque correnti; 6.° le sorgenti possono scomparire per effetto dei diboscamenti locali, senza che si abbia a conchiudere, che la quantità annuale della pioggia sia diminuita; 7.° i fatti meteorici raccolti nelle regioni equinoziali tendono a dimostrare che i grandi diboscamenti diminuiscono la quantità della pioggia annuale.

Il signor De Gasparin ha pure preso in esame la cosa, e dopo avere riportate le quantità di pioggia cadute per decennj a Parigi, a Milano ed a Viviers, nel bacino del Rodano, ove si riscontra generalmente un progressivo aumento della pioggia annuale; mentre ammette che il diboscamento de' monti debba accrescere la portata delle piene de' fiumi, e diminuire quella di magra, conchiude che, associandosi un tale fatto con un aumento di pioggia in molte località, questo sembra dipendere da cause generali periodiche sconosciute, che in un avvenire lontano sarà forse dato di riconoscere mercè una lunga serie di osservazioni (1).

---

(1) *Cours d'agriculture*. Tom. II, p. 180. Paris, 1844.

Rispetto alla quantità della pioggia caduta a Milano, i diboscamenti non possono avere contribuito a variarne la misura, in quanto che le piogge dipendono ordinariamente da venti umidi della marina, che percorrono una pianura da tempo immemorabile coltivata: e quelle temporalesche della stagione estiva, sono promosse da venti alpini, che attraversano una pianura, ove da circa ottant'anni si è piuttosto accresciuta la superficie boscata, col convertire molte brughiere dell'Alto Milanese in boschi a ceppaja, ed in gran parte d'alto fusto. Siccome però la superficie de' nuovi boschi non oltrepasserebbe i 50 chilom. quad., e quindi raggiungerebbe appena il trentesimo di quella pianura, sono d'avviso che essi non possano avere esercitata una influenza apprezzabile sulla pioggia caduta a Milano.

Le irrigazioni piuttosto potrebbero a prima giunta supporsi causa, se non esclusiva, concomitante almeno, dell'accresciuta quantità di pioggia caduta a Milano, ove si ponga a calcolo la maggiore estensione ad esse data, particolarmente dopo il principio di questo secolo. Il nuovo Naviglio Pallavicino derivato dall'Oglio per l'irrigazione principalmente del Basso Cremonese; il canale navigabile di Pavia; i cavi privati Marocco e Taverna; la maggior copia delle acque della Muzza, ottenutasi mercè le generose escavazioni del suo incile di derivazione dall'Adda; e di quelle della Fossa di Pozzuolo, derivata dal Mincio sul Mantovano per motivi simili, possono calcolarsi in circa 900 once magistrali, equivalenti a $36^{m.c.}$ per $1''$, ossia ad $^1/_{10}$ della portata di tutti i canali irrigui della Lombardia. Se a ciò si aggiungano i numerosi *fontanili* escavati, ed i grandi lavori agricoli per la più perfetta utilizzazione delle acque, e per estendere maggiormente la coltura a risaja, particolarmente dopo l'alienazione de' beni che appartennero alle così dette *mani morte*, si potrà inferirne che in questo secolo le irrigazioni si sieno aumentate di circa $^1/_7$. Allo scopo d'indagare se in tale misura l'aumento della irrigazione possa avere influito su quello della pioggia, aggiungo il prospetto per decennj della pioggia media annuale caduta a Milano negli ultimi novant'anni, tenendo distinta quella estiva pel quadrimestre maggio-agosto, nel quale avvengono le irrigazioni; ed anche pel solo trimestre giugno-agosto, in cui massimo deve essere l'effetto della irrigazione per moderare l'aridità del terreno. Ho pure tenuto distinto il periodo dei quarant'anni dal 1764 al 1803, nel quale minimo dovette essere tale effetto, dal cinquantennio successivo, in cui divenne massimo.

Decennio	Pioggia annuale media — millim.	Pioggia nel quadrim. maggio-agos. — millim.	Pioggia nel trimestre giugno-agos. — millim.
1764—1773	938	318	223
1774—1783	866	321	223
1784—1793	992	277	189
1794—1803	971	307	203
media	941	306	210
1804—1813	1033	342	284
1814—1823	1224	407	310
1824—1833	976	280	199
1834—1843	1103	490	334
1844—1853	1176	402	290
media	1103	384	282
media assoluta	1033	348	230

Passando ai confronti, colle esposte quantità si hanno i seguenti risultamenti.

Aumento della pioggia media annuale nell'ultimo cinquantennio, $1103^{m\,m.} - 941^{m\,m.} = 162^{m\,m.}$ Tale aumento, di quasi $^1/_6$, per $78^{m\,m.}$ risguarderebbe il quadrimestre maggio-agosto; e per $72^{m\,m.}$ il trimestre giugno-agosto. Il maggior aumento estivo pel detto quadrimestre sarebbe così di $44^{m\,m.}$; e di $42^{m\,m.}$ pel solo trimestre; eccesso che a prima giunta parrebbe potersi attribuire all'aumentata irrigazione, e corrisponderebbe prossimamente al quarto dell'aumento annuale.

Ove però si consideri che la maggior estensione dell'irrigazione negli ultimi cinquant'anni si limiterebbe, come si disse, ad $^1/_7$ circa, e che un effetto analogo e proporzionale devesi

avere dalle irrigazioni preesistenti, ne risulta che l'effetto totale di esse dovrebbe essere sestuplo, e corrispondere pel detto trimestre a $294^{m\,m}$; lo che sarebbe assurdo, poichè tale quantità supererebbe la pioggia effettiva, la quale fu di $0^m,282$. Il confronto con una prossima plaga, ove nulla o minima sia l'influenza della irrigazione, gioverà a spargere qualche lume sulla quistione.

Nella pianura subapennina a destra del Po l'irrigazione è comparativamente insignificante, e pressochè nulla nel trimestre giugno-agosto. La quantità media annuale della pioggia che cade a Parma è di $0^m,80$: ed ove fosse equabilmente distribuita, dovrebbe equivalere pel trimestre estivo a 0,20, mentre la pioggia effettiva è ivi di soli $0^m,127$, ossia di circa $^2/_5$ (1). Supposto che, esclusa del tutto l'influenza della irrigazione, la pioggia estiva avesse a limitarsi a $^6/_{10}$ della media, e che l'egual proporzione si dovesse avere nella pianura milanese, la media per questa di $0^m,276$, per l'ultimo cinquantennio si ridurrebbe a $0^m,166$. E poichè la pioggia effettiva fu di $0^m,282$, la differenza di $0^m,110$, ossia di $^2/_3$, potrebbe attribuirsi alle irrigazioni in generale: lo che sarebbe indizio di una influenza notevole di queste sulla condizione udometrica d'un paese, quando però sieno praticate sopra una scala gigantesca, siccome avviene in Lombardia e nel prossimo Piemonte. Si consideri infatti, che alla sinistra del Po, sopra una zona di pianura lunga 250 chilom., della larghezza media di 22 chilom., quindi della superficie di 5500 chilom. quad., si versa giornalmente nell'estate una massa d'acqua di circa $524^{m.\,c.}$ per $1''$ (2), equivalente a 45 milioni in un giorno, ed a 5500 milioni, ossia ad uno strato di un metro, per tutta la stagione estiva, cui corrisponde prossimamente la pioggia annuale, e sarà forza conchiudere, che da tale circostanza deve necessariamente venire modificata la condizione udometrica del paese. Ma poichè l'aumento della irrigazione nell'ultimo cinquantennio, rispetto alla Lombardia, sarebbe di $^1/_7$, e quello della pioggia, che ad esso si volesse attribuire in via proporzionale, si limiterebbe a $0^m,017$, ossia ad $^1/_{10}$ dell'aumento annuale medio avvenuto in tale periodo, gli altri $^9/_{10}$ dovrebbero attribuirsi ad una causa generale, finora sconosciuta, che sembra accidentale, ed è forse periodica.

A tale causa potrebbe pure attribuirsi, come osservò appunto il signor De Gasparin, l'aumento di pioggia osservato a Viviers, dipartimento dell'Ardèche, nella valle del Rodano, indicato dal signor Flaugergues nelle seguenti misure:

dal 1778 al 1787	mill.	842
1788 — 1797	»	899
1798 — 1807	»	926
1808 — 1817	»	1023.

Lo stesso potrebbe dirsi per Parigi, ove la pioggia annuale dal 1689 al 1718 è andata diminuendo dai $527^{m\,m.}$ pel primo decennio, ai $538^{m\,m.}$ per l'ultimo decennio, e di poi continuò a crescere nei decennj successivi, che terminano al 1785 fino a $544^{m\,m.}$; riducendosi in seguito dal 1805 al 1814 alla minor misura di $485^{m\,m.}$, per giungere alla massima di $565^{m\,m.}$ dal 1825 al 1834 (1).

I fatti esposti, mentre comproverebbero che i diboscamenti in generale concorrono a scemare la portata de' fiumi in magra, non escluderebbero la loro influenza ad accrescere invece la portata massima delle loro piene, e quindi lo squilibrio nel regime di essi, semprechè vengano operati sopra pendici di monti, delle quali abbiano a promovere il degradamento colla formazione di rivi, burroni e torrenti, ove le acque raccolte discenderebbero più prontamente. In quanto alla misura del fenomeno, essa dipenderebbe dalla speciale condizione delle pen-

(1) Schow, *Climats de l'Italie*. Le osservazioni si limiterebbero a 13 anni. Vedi anche: De Gasparin, opera precitata, pag. 271; e Dove, *Klimatologische Beiträge*. Berlin, 1857.

(2) La portata delle acque irrigue e la superficie irrigata nella parte piana, si sono ricavate, per la Lombardia, dal prospetto XVI annesso ai *Cenni idrografici sulla Lombardia;* e pel Piemonte, dal vol. I, pag. 157 e 158 dell'opera di Baird Smith, *Italian irrigation*. Edinburgh and London, 1855.

(1) De Gasparin, opera precitata, pag. 147.

dici, ossia dal grado di loro ripidità, dalla natura del suolo e da quella del clima, più o meno soggetto a piogge temporalesche ed a repentino disgelo di nevi. Per le regioni piane o semipiane non potrebbe dirsi altrettanto circa alle piene, mancando tuttavia le occorrevoli osservazioni; lo che varrebbe eziandio rispetto all'influenza dei boschi sulla misura delle piogge, le cui variazioni sembra dipendano prevalentemente, come si disse, da cause generali, forse periodiche. Quest'ultimo punto d'idrologia potrebbe venire, se non risoluto, almeno chiarito nella circostanza in che si è ora intrapresa l'opera di bonificamento delle Lande di Guascogna, delle quali gioverà dare un cenno.

Esse si estendono tra le foci della Gironda e dell'Adour in forma di triangolo, la cui base in riva all'Oceano misura 240 chilometri, internandosi nel continente per oltre 160. La superficie totale di quella regione è di circa 12000 chil. quad., de' quali due terzi trovansi tuttavia nella condizione di deserto di sabbia o di semplice brughiera. Quantunque quella pianura sembri all'occhio senza declivio, pure lo ha pronunciatissimo, avendosi una caduta di oltre 150^m dalla parte più interna al mare. Essa si suddivide in tre principali avvallamenti, diretti rispettivamente alla Garonna, all'Oceano ed all'Adour, cui devonsene aggiungere molti altri secondarj con pari direzione.

Le Lande sono separate dal mare da alte dune, o *montoni* di sabbia, che mano mano venivano spinti dai venti con moto progressivo verso l'interno, ed invadevano estesi territorj. Dopo il 1787, dietro proposta di Brémontier, si è intrapresa la fissazione delle dune mediante imboscamento, che gioverebbe avesse a procedere con maggiore celerità. Imperocchè nel 1832 esso limitavasi a soli 8000 ettari, mentre la superficie delle dune ne rileva circa 60000.

Il suolo delle Lande è costituito di pura sabbia, incoerente per uno strato di 50 a 60 cent., sotto cui altro se ne incontra impermeabile, detto *alios*, misto a materie vegetali.

Ne' mesi d'inverno fino al giugno, i venti tiepidi della marina, provenienti dalle regioni tropicali, apportano frequenti piogge, ed in allora, per mancanza di un declivio regolare e continuo, estesi territorj rimangono inondati da acque, che di poi si disperdono per evaporazione soltanto. Ne' mesi estivi regna invece una generale aridità, senza piogge di sorta. Il ristagnamento di tali acque, mentre è fonte di maleliche emanazioni, che rendono pressochè inabitabile quella vasta regione, associato alla periodica aridità estiva, si oppone alla vegetazione. Dapprima si proposero pel bonificamento delle Lande grandiosi canali di navigazione e di scolo, siccome rilevasi dalle due pregevoli Memorie dell'ispettore generale *Deschamps*, del 1832 e del 1836 (1). Ma, sia l'entità del dispendio, che pei soli canali di navigazione e pel regolamento de' fiumi si faceva ascendere ad oltre 25 milioni (2), sia il dubbio sull'efficacia dei proposti provedimenti, non si avvisava di mandarli ad effetto. Alcuni tentativi da ultimo fatti dimostrarono l'inutilità della dispendiosissima pratica anteriore, di sovvertire il suolo per attraversare lo strato impermeabile; bastando invece l'escavazione di fossetti della profondità di circa $0^m,40$ a $0^m,50$ per ottenere uno scolo libero. Dietro tale principio nel 1849 si fece un primo esperimento sopra 200 ettari, che riuscì felicissimo, e che di poi si estese a 20 mila ettari (3). Al canale navigabile si è sostituita la strada ferrata da Bordeaux a Bajona, i cui fossi laterali servono di ricettacolo a quelli di scolo delle campagne; ed a favorire simili imprese ha contribuito assaissimo la legge del 10 giugno 1854, che accorda il diritto di acquidotto coattivo per lo scolo dei terreni.

La spesa d'asciugamento con fossetti per un ettaro era di circa fr. 25, cui dovevansi aggiungere fr. 3, 25 per l'escavazione dei fossi principali di scolo; spesa che di poi si è portata, in complesso, a circa fr. 30 per ettaro, in conseguenza del progressivo aumento delle mercedi. Bonificato così il terreno, il pino e la quercia vi allignano e prosperano oltre ogni aspettazione.

---

(1) *Des travaux à faire pour l'assainissement et la culture des Landes de Guascogne*, ec.

(2) Mem. precit., pag. 37.

(3) Chambrelent, *Landes; assainissement* (*Annales des ponts et chaussées*, 1850, sem. II).

L'imperatore Napoleone, che prese particolare interesse in una operazione, la quale tornerà di sommo vantaggio alla Francia per le immense piantagioni di boschi, da' quali sarà proveduta la sua marina, ha per proprio conto acquistato oltre a 7 mila ettari di Lande, ove il bonificamento, procedendo coi metodi più razionali, potrà servire di stimolo e di esempio. Colla legge 19 giugno 1857 quel miglioramento venne reso obbligatorio per i Comuni che possedono la maggior parte delle Lande, salvo, in caso di rifiuto o d'impotenza, a subentrare ad essi l'amministrazione dello Stato fino alla concorrenza di sei milioni annuali, da rimborsarsi sul maggior valore del terreno bonificato, che i Comuni devono di poi vendere od affittare. Siccome a tal uopo occorrono facili comunicazioni, con decreto 1.° agosto 1857 si è approvata una convenzione colla Società delle strade ferrate del Mezzodì per la costruzione di 800 chilometri di strade campestri, che sembra abbiano a costruirsi col metodo di Mac-Adam; con facoltà alla Società stessa di aggiungervi una rotaja di legno oppure di ferro; e tutto ciò dietro il corrispettivo di 4 milioni.

Col progresso di siffatti miglioramenti si potrà avvisare eziandio ad introdurre qualche irrigazione mediante serbatoj artificiali, ove si raccoglierebbero le acque di scolo; e fors'anche col derivare appositi canali da qualche confluente dell'Adour, o della Garonna.

Nello stato attuale di quella regione rendesi manifesto che i venti umidi e tiepidi della marina sono atti a promovere piogge nella fredda stagione ed anche nella primavera, fino a tanto che la bassa temperatura del terreno o la sua umidità concorrano alla precipitazione del vapore che essi trasportano; lo che non avviene nell'estate, quando attraversano un deserto infocato. L'osservazione dimostrerà in seguito se, ridotta mano mano per la più parte a bosco, abbiasi, come sembra, a cangiare la condizione meteorica di quella plaga con piogge estive, e forse con una maggior copia di esse per tutto l'anno.

Qualora venisse provato direttamente quest'effetto, sarebbe in qualche modo confermato inversamente, per induzione, il supposto della scemata copia delle piogge annuali in conseguenza dei praticati diboscamenti. Questo punto d'idrologia merita tanto più di essere chiarito, in quanto che, dopo essersi esagerati i dannosi effetti dei diboscamenti in generale, l'esagerazione sembra avere preso una direzione opposta. Di fatti, l'ingegnere Vallès, in una recente Memoria sulle inondazioni, coronata dall'Accademia di Bordeaux, sostiene nientemeno che le seguenti proposizioni:

« I boschi contribuiscono a scemare la quantità della pioggia annuale. »

« Lo scolo superficiale è maggiormente regolare sopra terreni denudati, che non sia sopra terreni boscati. »

« I boschi non hanno la proprietà di rendere regolare il regime delle sorgenti. »

« I diboscamenti, anzichè aumentare, diminuiscono l'intensità delle inondazioni (1). »

(1) Vallès, *Études sur les inondations*, chap. VI. Paris, 1857. Vedasi la nota finale (*M*), ove si dà ragguaglio di tale Memoria.

NOTA (*F*)

Sulla scala idrometrica di Trévoux per la Sonna.

La Commissione idrometrica di Lione, per calcolare i deflussi giornalieri della Sonna e porli a confronto colla pioggia, ha stabilito nel 1844 una scala idrometrica a Trévoux, posta 24 chilometri a monte di Lione, e dopo le confluenze. Dalle osservazioni da essa pubblicate, che danno, dietro i calcoli istituiti, i deflussi integrali giornalieri, ho potuto ricavarne quelli unitarj, ossia per ogni secondo. Tali osservazioni per altro non si estendevano che alla piena 1850, nella

quale le acque erano giunte a $5^{m},48$ sullo zero, con una portata di $2105^{m.c.}$. Per calcolare i deflussi nella piena massima del 1840 si presentavano due difficoltà, quella cioè che mancava il proseguimento della scala dedotta da misure dirette; e che a prolungarla anche senza di queste, per induzione, opponevasi la circostanza del considerevole rigurgito, proveniente dallo straordinario ventre di piena che in allora si ebbe superiormente a Lione; di modo che la sezione non si poteva più considerare libera. Dalle osservazioni contenute nella Memoria dell'ingegnere in capo Laval sulla piena del 1840 risultava che, mentre nel colmo della piena della Sonna, alla sua foce nel Rodano presso al ponte della Mulatière sotto Lione avevansi 6^{m} sopra la magra; al ponte di Serin posto all'ingresso della città avevasi invece l'altezza di $10^{m},65$, che accrescevasi fino ad $11^{m},30$ presso l'*Isola Barbe*, tre chilometri a monte (1).

L'altezza perciò di $8^{m},50$ sulla magra, avutasi in allora a Trévoux, era in parte dovuta a tale rigurgito. Al fine di rinvenire a quale misura avesse dovuto verisimilmente limitarsi l'altezza libera, osservai che questa potevasi ricavare dalle osservazioni praticate a *Mâcon*, posta 49 chilometri a monte, ove la piena era giunta ad $8^{m},05$ sulla magra, mentre a *Fleurville*, posto superiormente a 17 chilometri, l'altezza era stata di $8^{m},17$, e di 8^{m} a Tournus ad altri 14,50 chilometri di distanza; di maniera che l'altezza a Mâcon poteva considerarsi in qualche modo libera. Le piene parziali dei tributarj interposti, precedendo di due o tre giorni quella massima della Sonna, in causa della loro prossimità, non potevano influire sensibilmente su questa. E siccome, attesa la pendenza più che quadrupla del fondo della Sonna a Trévoux al confronto di Mâcon, nella piena del 5 marzo 1844 erasi quivi avuta l'altezza di $5^{m},50$, mentre a Trévoux non fu che di 5^{m}; ne ho conchiuso che, prendendo per la piena 1840 le altezze giornaliere osservate a Mâcon, diminuite di 50 centim., quelle risultanti potevano prossimamente rappresentare le altezze della scala di Trévoux, escluso l'effetto del rigurgito; di modo che il colmo della piena senza di questo sarebbe giunto a $7^{m},55$, anzichè ad $8^{m},50$.

Esaminata poi la legge seguita dalle differenze prime dei deflussi calcolati per la scala di Trévoux dai 4^{m} ai $5^{m},48$, si è colla stessa legge prolungata la scala, ottenendosi così: per $5^{m},50$, $2116^{m.c}$; — per 6^{m}, $2406^{m.c}$; — per $6,^{m}50$, $711^{m.c}$; per $7^{m},5050,^{m.c}$; e per $7^{m},55$, piena massima del 1840, $5400^{m.c}$. Questo risultamento si approssima a quello del sig. *Mondot de la Gorce*, il quale ebbe a stimare la piena della Sonna nel 1840 in $5600^{m.c}$ per minimo; ed in $4500^{m.c}$ per massimo (1). Siccome poi egli calcolava in $10000^{m.c}$ la portata della piena massima del Rodano a valle della Sonna, mentre il sig. Surell, dopo accurati studj, limiterebbe a tale misura la portata del fiume a Beaucaire, a valle di tutte le confluenze (2); si avrebbe così motivo di considerare alquanto esagerata la misura del sig. Mondot de la Gorce anche per la Sonna; e quindi sempre più attendibile quella sopra determinata in $5400^{m.c}$.

(1) Laval, Mem. prec. del 1841. — *Id.* del 1845, p. 4.

(1) Vallée, *Du Rhône*, etc., pag. 92.
(2) Memoria, § 9.

NOTA (*G*)

Sopra i serbatoj artificiali in sussidio dell'irrigazione e della navigazione, e sopra i bacini di trattenuta, *intesi a moderare le piene de' fiumi.*

Allorchè s'introdussero in Francia i canali navigabili con *conche*, si avvisò ad alimentarli con serbatoj o laghetti artificiali, costrutti sul punto culminante o di partizione delle acque; in quanto che la topografica disposizione del corso de' principali suoi fiumi, aventi foce in mari diversi, consigliava a riunire i loro bacini con canali, i quali attraversassero la cresta delle interposte alture, e discendessero sopra i versanti opposti. A tal fine dalla regione più elevata de' monti circostanti, con appositi lunghissimi acquidotti dovevansi derivare e raccogliere le acque occorrevoli a riempire il serbatojo per sopperire al consumo delle concate sopra entrambi i pendj, proporzionato al grado di frequentazione del canale, ed agli effetti eziandio della evaporazione e delle effiltrazioni; fatto calcolo del sussidio ottenibile da altri acquidotti alimentatori nelle parti più basse.

Quantunque da molto tempo si riconoscesse la possibilità e convenienza di costruire simili serbatoj anche allo scopo di alimentare canali d'irrigazione, di animare opifizj, e di sussidiare la navigazione fluviale, solo in questi ultimi anni se ne concretarono i relativi progetti.

Il più grandioso di essi è quello per l'utilizzazione delle acque della *Neste*, influente dell'alta Garonna, allo scopo di irrigare vaste pianure a questa adjacenti, e di far comunicare con linee navigabili la Garonna media colle valli de' Pirenèi, a vantaggio del commercio, e particolarmente per poterne derivare i materiali da costruzione, de' quali nelle basse regioni si ha estremo bisogno.

Le acque della Neste, che ha le sorgenti nelle alte cime de' Pirenèi, si raccoglierebbero sull'altipiano di Lannemézan, posto a circa 613^m sul livello del mare, ed a 487^m sul pelo d'acqua di magra della Garonna a Tolosa; costruendo ivi un vasto serbatojo, della capacità di 30 milioni di metri cubici. Di pari capacità sarebbe stato altro serbatojo superiore, che formerebbesi col chiudimento del laghetto *Oredon*, influente della Neste. A monte del piano di Lannemézan il canale d'alimentazione del serbatojo inferiore sarebbe reso navigabile con conche per oltre 18 chilom. In prossimità di questo partirebbero due canali, pure navigabili, il primo de' quali si condurrebbe lateralmente all'alta Garonna, e l'altro metterebbe capo alla Baise, che vi influisce inferiormente presso la foce del *Lot*. Col tempo si dirigerebbe da colà un terzo canale navigabile nel bacino dell'*Adour*.

Il primo di essi canali, di sola navigazione, in lunghezza di 50 chilom. fino a S. Martory, avrebbe la caduta di $344^m,35$, esauribile per $285^m,15$ con sei piani inclinati (1), e per $59^m,20$ con 25 conche. Da S. Martory proseguirebbe il canale con ampia sezione, in lunghezza di 68 chilom., fino a Tolosa, ove si congiungerebbe al *Canale Laterale alla Garonna*. In quel tronco continuerebbe ad essere navigabile, distribuendone la caduta di 145^m sopra 55 conche; ed in pari tempo servirebbe alla irrigazione delle adjacenti pianure, la cui superficie si estende a 60 mila ettari.

Il canale della *Baise*, dal detto altipiano fino a *Miranda*, in lunghezza di 54 chilom., avrebbe una caduta di 468^m, che si distribuirebbe sopra otto o dieci piani inclinati. Proseguirebbe la navigazione nella Baise per 61 chilom. fino a *Condom*, moderandone la caduta di $81^m,60$ con 30 conche applicate a brevi derivazioni annesse ad

(1) I piani inclinati si costruirebbero giusta il sistema applicato sul canale *Morris* negli Stati Uniti d'America, di cui il Maggiore Poussin e Michel Chevalier hanno dato ragguaglio, dimostrando che un piano inclinato esaurisce la caduta di 25 conche, e richiede pel suo passaggio un tempo non maggiore di quello che s'impiega per due conche.

altrettante pescaje; sistema col quale il fiume fu di già ridotto navigabile, dopo il 1838, in lunghezza di 31 chilom., da *Condom* alla foce nella Garonna presso *Aiguillon*.

Il *Gers*, che influisce nella Garonna ad *Agen* fra Tolosa ed Aiguillon, sarebbe esso pure ridotto navigabile con pescaje e conche in lunghezza di 92 chilom., moderandone la caduta di 86^{m} con 52 salti, ed alimentandolo nelle magre col serbatojo di Lannemézan.

Le acque si deriverebbero dalla Neste, in guisa di poter disporre di circa 10$^{m.\,c.}$ per 1″ in tempo di magra, la quale dura di solito 100 giorni. A tal fine si dirigerebbero, dal canale superiore di alimentazione per 3$^{m.\,c.}$ alla Baise; e dal serbatojo inferiore per 1$^{m.\,c.}$ nel Gers; e per 6$^{m.\,c.}$ nell'influente della Garonna *Louge*, d'onde si estrarrebbero in due punti, per immetterle nel canale inferiore di navigazione ed irrigazione, il quale, insieme al superiore, riceverebbe direttamente in acque abbondanti il principale alimento dalla Garonna.

Questo progetto, compilato dall'ingegnere Montet nel 1840 (1), richiederebbe il dispendio di 29 milioni, e se ne attenderebbero immensi vantaggi tanto pel commercio quanto per l'agricoltura, coll'estendere l'irrigazione in una plaga ove s'incontrano le più favorevoli condizioni di clima, di suolo e di perennità d'acque. Esso sarebbe stato ammesso in massima dalle Camere nel 1846; ma credesi che di poi siasi fatto nulla.

Una delle maggiori difficoltà ad estendere le irrigazioni nella Francia starebbe, secondo me, nel difetto della legge. In Lombardia basta giustificare la proprietà dell'acqua per esercitare il diritto di acquidotto coattivo, ossia di passaggio sull'altrui fondo, dietro il pagamento del suo valore di stima coll'aggiunta di un quarto, ed il compenso dei conseguenti danni; senza obbligo però di dimostrare l'utilità della nuova condotta d'acque, di esibirne il piano preventivo, e d'indicare le località ove l'acqua dovrà adoperarsi. Senza siffatta libertà d'azione sarebbe stato impossibile di mandare ad effetto le grandiose condotte d'acqua coi cavi *Pallavicini* per la provincia di Cremona, sul cadere dello scorso secolo; e coi cavi *Lorini* o *Marocco* per la provincia di Pavia sul principiare di questo, imprese che dapprincipio sbilanciarono le famiglie proprietarie, ma portarono poi immensi benefizj a que' territorj, calcolandosi ad oltre due milioni di lire l'aumento degli annuali loro prodotti. Se si consideri che particolarmente l'ultimo di que' canali, costituente molteplici rami, interseca per centinaja di chilometri una fitta rete di altri canali irrigatorj, ai quali le tante volte si saranno arrecati danni difficili a determinarsi, quindi non sempre compensati in giusta misura, si potrà di leggieri formarsi un'idea delle opposizioni che si sarebbero sollevate contro tali opere, qualora non si fossero trovate sotto la valida protezione delle mentovate disposizioni legislative.

La legge francese del 29 aprile 1845 determina invece, che: *chiunque voglia servirsi, per l'irrigazione* delle sue proprietà, *delle acque naturali od artificiali di cui ha diritto di disporre, potrà ottenere il passaggio di tali acque sui fondi interposti, dietro un congruo e preventivo indennizzo*. Col ristringere così l'irrigazione alle sole proprietà del conducente acque, deve in Francia riuscire oltremodo ardua l'impresa di tali condotte al confronto della Lombardia, ove, come notai, si fanno con acque possedute, o di mano in mano acquistate, od anche col raccogliere acque di rifiuto, che in corso d'opera si riconoscono utilizzabili: ma senza vincolo circa alla loro destinazione. Questa rimane libera, a seconda delle ricerche che chicchessia ne può fare per acquisto in proprietà assoluta, od a livello, od anche per uso temporaneo. Dapprincipio le domande sono poche, richiedendosi molto tempo avanti che i proprietarj dei terreni da irrigare si persuadano della utilità del miglioramento, ed eseguiscano i lavori necessarj per praticarlo; ritardo che le tante volte mettono a profitto colla vista di costringere il conducente acque ad usare facili-

(1) I particolari di questo progetto li ho ricavati dalla relazione litografata dell'ingegnere Montet, statami favorita dall'onorevole mio amico ingegnere Baumgarten, del quale deploro la perdita.

tazioni; lo che rende appunto poco profittevole l'impresa ne' suoi primordj. Ma a rimovere siffatta difficoltà si riputerebbe ingiusta la disposizione consigliata dal signor Pystoye, appoggiata dal prefetto del Varo nel suo rapporto 26 febbrajo 1846 al ministero (1), di parificare cioè le nuove condotte d'acqua per irrigazioni alle opere di prosciugamento delle paludi, e di costringere così i proprietarj dei terreni irrigabili a farne uso, ed a concorrere alle spese in ragione dell'utile che ne possono ritrarre. Per tal modo vedrebbesi leso il diritto di proprietà in una misura assai maggiore che non sia colla libertà di condurre acque possedute per qualsiasi destinazione, giusta la pratica della Lombardia.

Si è di già veduto quanto interessi il commercio d'importazione di Parigi e l'approvigionamento di quella metropoli, la navigazione della Senna superiore, e quella particolarmente del suo influente Yonne, nel quale mettono capo il canale del *Nivernese* procedente dalla Loira, ed il canale di *Borgogna* che parte dalla Sonna; e come il detto influente sia naturalmente navigabile per soli 200 giorni all'anno. Nel tempo residuo, durante la magra, la navigazione è intermittente, e si procura con *colte* o *gonfiature*, approfittando delle numerose peseaje che, pel movimento di opifizj, attraversano il suo corso superiore non navigabile ed i suoi tributarj. Per tal modo si accumulano le acque, che si scaricano a riprese con una data regola mediante apposite chiaviche. Allo scopo di diminuire la durata delle intermittenze che ne risultano, l'ingegnere Chanoine propose, fino dal 1841, di costruire quattro serbatoj artificiali nella parte montuosa granitica degli influenti *Cure, Cousin* e *Serein*, ed uno nella parte liasiaca di questo (2), serbatoj che il signor Belgrand vorrebbe portati al numero di dieci almeno, della complessiva capacità di 100 milioni di metri cubici (3). Finora non venne presentato che il progetto preventivo per uno di que' serbatoj detto di *Settons* sulla Cure, della capacità di 22 milioni di metri cubici; ed essendo insorti dubbj sulla quantità delle acque che in esso potevansi accumulare, si istituirono osservazioni udometriche ed idrometriche per determinare la misura della pioggia e quella del deflusso della Cure, di che si è dato ragguaglio nella Nota (*C*).

Abbiamo di già osservato come da tali serbatoj non si possa in generale ritrarre notevole vantaggio per moderare le piene, in quanto che la loro capacità deve naturalmente proporzionarsi alla minima quantità delle acque ottenibili dalle piene annuali, ed occuparsi colle prime che sopravvengono dopo il loro vuotamento nella magra precedente, onde non esporsi all'eventualità di mancare dell'occorrevole provigione per le magre successive (1).

Venendo a parlare dei *bacini di trattenuta*, aventi appunto lo scopo precipuo di moderare le piene, finora non si avrebbe di essi altro esempio fuorchè quello della *Pianura del Forez* sull'alta Loira, colle annessevi dighe di Pinay e della Roche. Si è di già notato come pei corsi d'acqua di piccola portata si possano costruire bacini ad emissario regolato, i quali richiederebbero un servizio alquanto complicato, ma potrebbero tornare di maggiore utilità per trattenere più lungamente le acque. Sui grandi corsi d'acqua sarebbero preferibili i bacini ad emissario aperto, alla cui applicazione per altro si dovrebbero far precedere studj accuratissimi circa alla legge di successione delle piene parziali, allo scopo di collocarli in località opportuna per ottenerne l'effetto desiderato, ed evitare i danni, che in caso diverso potrebbero invece provenirne. In quanto alla struttura dell'emissario per gli uni e per gli altri, nulla si potrebbe stabilire in generale, dipendendo ciò in gran parte dalle particolari condizioni locali. Essendo per altro sommamente arduo il prevedere la portata delle maggiori piene per una data località, sarà sempre prudente partito l'associare alla luce di fondo uno sfioratore possibilmente lungo, affinchè presso al colmo di esse piene, gli incrementi di portata abbiano a cor-

(1) Dumont, Memoria precitata, pag. 234.

(2) *Annales des ponts et chaussées*, 1841, sem. I.

(3) Id. 1852, sem. I.

(1) Vedansi le note finali (*L*) ed (*M*).

rispondere a moderati incrementi di altezza. Disponendo la sommità dello sfioratore inclinata, anzichè orizzontale, sarebbe dato di conseguire in maggior misura, anche per piene di portata molto differente, l'effetto utile di que' bacini; poichè la scala della loro capacità potrebbe meglio accordarsi con quella degli efflussi. Quando poi per ottenere il riempimento del bacino si richieda una diga troppo elevata, della quale potesse temersi la distruzione o per la soverchia altezza dello stramazzo, o per la troppa velocità dell'acqua premuta, sarebbe forse il caso di distribuirne il salto sopra due dighe successive, come per quelle summentovate della Loira, od anche sopra un numero maggiore, a norma delle circostanze.

Una delle difficoltà da superarsi starebbe nel determinare preventivamente col calcolo la forma, la disposizione e le dimensioni dell'emissario unico, o degli emissarj molteplici di essi serbatoj. Qui si dovrebbe fare l'applicazione della dottrina dei laghi, che nessuno, per quanto sappia, aveva impreso a sviluppare. Colla mia Memoria *Sulla natura dei laghi e sulle opere intese a regolarne l'efflusso* (1), non ho preteso di riempire la lacuna che su questo particolare presenta tuttavia la scienza idraulica, limitandomi piuttosto ad un tentativo per stabilire le leggi generali che regolano l'afflusso e l'efflusso delle acque, e farne l'applicazione a qualche caso speciale. La fondamentale di esse leggi si è quella, che l'afflusso equivale all'efflusso contemporaneo, più o meno la quantità di cui si sono aumentate o diminuite le acque del lago. Se la superficie di questo fosse invariabile, per essere il contorno del suo bacino a pareti prossimamente verticali, quantunque le prime due quantità sieno funzioni del tempo, e non lo sia la terza, perchè assoluta, pure i diversi problemi potrebbero forse essere suscettibili di una soluzione generale, con calcoli però complicatissimi; lo che suppongo impossibile, quando la superficie del lago sia, come di solito, di una estensione variabile coll'altezza delle acque. Io quindi mi appigliai al partito di adoperare metodi puramente empirici, al quale trovò di dover ricorrere anche il signor ingegnere in capo Graeff nella sua Memoria concernente lo stagno di *Gondrexange*, che alimenta un tronco del grande canale navigabile dalla Marna al Reno (1). Il problema che a me importava di risolvere, e che sarebbe analogo a quello dei *bacini di trattenuta*, consisteva nel ritrovare le variazioni di altezza di un lago, e la quantità degli efflussi per una data serie di afflussi. Predisposta a tal fine una scala degli efflussi giusta la condizione dell'emissario, previe le occorrevoli misure di portata, ed altra scala delle superficie variabili del lago per le successive altezze delle acque all'emissario stesso; partendo da un punto nel quale il lago si supponeva in istato di permanenza, tale cioè che per un tempo abbastanza lungo, l'afflusso e l'efflusso fossero pari, senza variazione di altezze; per ogni afflusso integrale successivo cercava, colla regola di falsa posizione, quella variazione in più od in meno del volume delle acque del lago che, sommata coll'efflusso integrale contemporaneo, equivalesse all'afflusso dato, il che trovava dopo pochi tentativi. Per maggiore semplicità, gli efflussi integrali parziali li determinava col moltiplicare per il tempo la semisomma degli efflussi unitarj estremi; e la variazione del volume delle acque del lago col moltiplicare la semisomma delle superficie estreme per l'altezza della variazione di livello. Se si consideri l'incertezza dei dati che pei bacini di trattenuta si avranno circa alla portata della piena d'afflusso, si potrà persuadersi essere sufficiente l'approssimazione risultante dal metodo pratico preaccennato per rinvenire quella di efflusso, ben inteso che in tal caso i tentativi dovranno estendersi anche alla scala degli efflussi, da determinarsi *a priori* colle regole idrometriche, in relazione alla forma, alla disposizione ed alle dimensioni che si assegneranno all'emissario. Quando poi trattisi di una serie di bacini disposti sullo stesso corso d'acqua (*échellonnés*), gli efflussi del bacino a monte corrisponderanno

(1) *Memorie dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze*, etc. T. II, 1845.

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1836, sem. II.

agli afflussi di quello immediatamente a valle, colle modificazioni in meno od in più che fossero a calcolarsi, sia per la capacità dell'alveo intermedio, atto a moderare la portata massima della piena, sia per l'aggiunta di quella di altri influenti interposti.

Per procedere a questi studj preliminari occorre possedere dati di fatto abbastanza esatti, o prossimi al vero. Il signor Dausse che, partendo dal 1830, presentava all'Accademia delle scienze una serie di scritti interessantissimi concernenti la statistica dei fiumi principali della Francia, e che nel 1845 veniva incaricato dal suo governo di occuparsi esclusivamente di tale lavoro, finora non ha pubblicato che una breve Memoria nel 1851, ed altra simile nel 1842, concernenti la Senna (1). In una nota unita alla prima di esse prometteva la pubblicazione di Memorie manoscritte già predisposte rispetto agli altri fiumi della Francia. Ma in quella che ebbe a presentare all'Accademia il 30 giugno 1856 dopo le ultime straordinarie piene, dichiara *che la sua statistica sarebbe condotta a termine, se non provasse indicibili difficoltà a fare le verificazioni e le correzioni che richiede.* Ove si consideri che dopo tanto tempo decorso, un centinajo de' suoi colleghi va ad occuparsi di grandiosi progetti, coll'intendimento di porre in salvo il paese dal flagello delle inondazioni, oggetto per cui egli prende tanto interesse; e che i loro lavori mancheranno di quel fondamento che egli avrebbe potuto in gran parte preparare dando in luce la promessa statistica, non si può a meno di osservare, che qualora ciò fosse di già avvenuto, i molti collaboratori che si sarebbero a lui associati, avrebbero forse potuto rettificare non poche delle avvertite imperfezioni, ed aggiungere poi copiosi materiali, che oggidì riuscirebbero utilissimi. È quindi a sperarsi che il signor Dausse, penetrato dell'importanza della cosa, non vorrà ritardare ulteriormente ad arricchire la scienza colla comunicazione de' suoi studj, sui quali essa deve naturalmente fare assegnamento.

(1) *Statistiques des variations du niveau de la Seine à Paris*, 1851.
De la pluie, etc. (Ann. des P. et Ch., 1842, sem. I.)

NOTA (*II*).

Del regime del Lemano, ossia lago di Ginevra, e della sua influenza su quello del Rodano.

La determinazione degli effetti che si possono ottenere dal ridurre il Lemano a serbatojo artificiale mediante regolatore al suo emissario, dipende da una perfetta cognizione del suo regime. Il signor ispettore generale Vallée, in una Nota presentata sopra questo argomento all'Accademia delle scienze il 16 marzo 1857, indica gli efflussi del lago nelle seguenti misure, riportando le altezze al limnimetro del *Grand Quais* in Ginevra, stabilitovi dal signor generale Dufour:

Acque altissime, a . .	poll.	120,	m.c. 595
Misura Vallée 25 luglio 1841, a	»	82 1/2	» 482
Misura Dufour 15 sett. 1840, a	»	62	» 424
Misura Vallée 16 maggio 1843 dedotta dalla precedente, a	»	57	» 346
Misura Vallée figlio, 26 dicembre 1856, a	»	19 8	» 88
Acque bassissime, misura dedotta a	»	19	» 83

Dietro alcune misure praticate il 17 maggio 1843 nel Rodano Superiore a S. Maurice, lo stesso ispettore Vallée determinerebbe la portata unitaria della piena d'afflusso, in occasione del periodico disgelo estivo delle nevi, in $234^{m.c.}$ per quel tronco del fiume; e presuntivamente in $30^{m.c.}$ per le adjacenze del lago, che danno

in tutto 284$^{m.c.}$, i quali nell'inverno si ridurrebbero a soli 78$^{m.c.}$ (1).

Dal confronto di queste misure cogli efflussi del Lemano, e dai calcoli istituiti dal signor Vallée figlio, ne' quali terrebbe conto del volume delle acque accumulate nel lago durante la piena estiva, egli ricava la conseguenza, che questo è alimentato per la più parte da sorgenti di fondo. Tale accumulamento lo ha calcolato « servendosi delle altezze del limnimetro osservate negli ultimi venti anni, per le altezze di 62 pol. e di 84½ pol. (*sic*). La prima di tali altezze gli ha fornito la cifra più elevata, essendo quella che si trova maggiormente prossima all'epoca media della più grande ascensione delle acque del lago. Le sorgenti di fondo insieme agli affluenti per l'altezza di 62 pol., compresovi l'efflusso a Ginevra, darebbero una portata per 1″ di 1176$^{m.c.}$. Ne vengono dagli affluenti del litorale 346$^{m.c}$; dunque collo squagliamento delle nevi gli affluenti di fondo danno 830$^{m.c.}$ per secondo. A Ginevra l'efflusso d'inverno è, al minimo, di 80$^{m.c.}$, e gli affluenti del litorale dando 78$^{m.c.}$ in complesso, la differenza non è che di 2$^{m.c.}$ ».

Ne inferisce perciò che, essendo le sorgenti di fondo alimentate dal disgelo delle nevi, nell'inverno sono pressochè nulle, mentre i ghiacciaj elevano i laghi nell'estate; e che il Lemano nel suo stato attuale, quando si alza colla maggiore rapidità, sottrae ai deflussi del Rodano un volume d'acque di circa 1176 — 424 = 752$^{m.c.}$ per secondo.

Se in luogo di sottrarre da 1176$^{m.c.}$ l'afflusso di 346$^{m.c.}$, avesse sottratto quello da lui precedentemente indicato di 284$^{m.c.}$ siccome massimo in acque alte, l'afflusso di fondo risulterebbe di 892$^{m.c.}$, anzichè di 830$^{m.c.}$

All'esame di queste ultime illazioni gioverà far precedere quello della scala idrometrica degli efflussi dianzi mentovata.

Per l'efflusso di 595$^{m.c.}$ in piena massima, l'altezza di 120 pol. si riferisce all'idrometro della macchina idraulica di Ginevra, e non già a quello del *Grand Quais*, ove invece corrisponde l'altezza di 100 pol. L'efflusso di 424$^{m.c.}$ per l'altezza di 62 pol. lo ha determinato il signor Dufour il 4 settembre 1840 all'emissario, dietro misure dirette, ed è per ciò l'unico attendibile siccome positivo.

Quello di 482$^{m.c.}$ a pol. 82½ si è ricavato dalla misura delle velocità superficiali eseguita dal signor Vallée il 26 luglio 1841 nel Rodano, a monte della confluenza dell'Arve, circa 1400^{m} a valle dell'emissario (1).

Il signor professore Chaix il 3 novembre 1856 ha pure eseguita una misura in maggior prossimità dell'emissario, desumendola dalle velocità superficiali, mentre l'idrometro del *Grand Quais* segnava pol. 21 (2). A tal uopo egli ha diviso la sezione in ventiquattro parti, ed avrebbe determinato in 199$^{m.c.}$ la portata unitaria, fatta deduzione di ⅕ delle velocità superficiali rilevate per ottenere la media, giusta i principj del moto equabile; deduzione che sarebbesi praticata anche dal signor Vallée per la misura all'altezza di pollici 82½. Rettificato il conteggio del professore Chaix coi dati da lui esposti, il deflusso risulterebbe di 202$^{m.c.}$ invece di 199$^{m.c.}$

Ciò premesso, si ha motivo di attribuire ad un errore l'efflusso di 88$^{m.c.}$ che il signor Vallée figlio avrebbe misurato il 26 dicembre 1856; nel qual giorno l'idrometro del *Grand Quais* segnava, non già 19 pol, 8 lin., ma bensì pol. 24, 5 (3). Imperocchè, mentre fra i 62 e gli 82 pol., le differenze di efflusso per ogni pollice d'altezza sarebbero di m. c. 2,83; e di m. c. 3,12 fra pol. 37 e pol. 62; tali differenze ascenderebbero a m. c. 20.64 fra i pol. 24,5 ed i pol. 37; lo che sembra assurdo.

La deduzione di ⅕ dalle velocità superficiali per ottenere le medie starebbe nel caso di moto equabile. Tale per altro non potrebbesi, a mio avviso, considerare quello del Rodano in prossimità dell'emissario; essendo noto che quando l'acqua si muove per effetto della pressione di

(1) *Comptes-rendus de l'Academie des sciences*, 16 mars 1857, pag. 533.

(1) Vallée, *Du Rhône et du lac de Genève*, pag. 82. Paris, 1843.

(2) *Bibl. Univ. de Genève*. Janvier, 1857.

(3) *Bibl. Univ. de Genève*, fascicolo precitato.

un carico, o battente, le velocità vanno decrescendo dalla superficie al fondo, al contrario di quanto avviene nella scala delle velocità delle acque negli alvei, supposto il moto equabile.

Allo scopo di trovare una scala abbastanza prossima al vero, dedotta dai dati preaccennati, ho supposto che per la misura del signor Chaix, praticata in prossimità dell'emissario, le velocità superficiali avessero a ridursi col coefficiente 0,883; e per quella del signor Vallée padre, fatta a maggior distanza, col coefficiente 0,866, ammessa siccome positiva la portata di $424^{m.c.}$, ricavata, come si disse, dal signor Dufour mediante misure dirette, all'altezza di pol. 62 ($1^{m},678$). All'altezza di pol. 21 ($0^{m},568$) si avrebbero così, giusta la misura Chaix rettificata, $224^{m.c.}$ in luogo di $202^{m.c.}$; ed a pol. $82\frac{1}{2}$ ($2^{m},23$) giusta la misura Vallée, $518^{m.c.}$ invece di $482^{m.c.}$

Per tal modo se ne ricaverebbe una scala di efflussi a differenze costanti di $18^{m.c.}$ per ogni decimetro di altezza, incominciando da $122^{m.c.}$ a zero. Ad 1^{m} si avrebbero $302^{m.c.}$; a $2^{m},482^{m.c.}$; ed a $2^{m},70$, ossieno 100 pol., piena massima, $608^{m.c.}$; risultamenti che coinciderebbero con quelli esposti dallo stesso signor Vallée nella sua Memoria del 1843, ove (pag. 88) assumeva $600^{m.c.}$ per la portata della piena massima, e $130^{m.c.}$ per quella di massima magra, cui corrisponderebbero appunto pol. $6\frac{1}{4}$ ($0^{m},169$) giusta la nuova scala. Questa perciò sembra ammissibile, fino a tanto che non venga rettificata con nuove e più accurate misure.

Non conosco con quali norme abbia proceduto il signor Vallée figlio nel determinare in $1176^{m.c.}$ la somma degli afflussi superficiali e di fondo in occasione del disgelo delle nevi, quando il limnimetro segna 62 pol. Avendosi in tale circostanza un efflusso di $424^{m.c.}$, si arresterebbero nel lago $752^{m.c.}$ per $1''$, che in 24 ore, ritenuta la superficie di 341 chil. quad., darebbero un alzamento nelle acque del lago di 12 centimetri, ossieno pol. 4, 5. Esaminando l'andamento degli incrementi d'altezza del lago in occasione del disgelo estivo, essi di solito raggiungerebbero circa un pollice per giorno, quando sono maggiormente rapidi; e quello invece di 4 pol. dovrebbe attribuirsi a tutt'altra causa che non sia il periodico squagliamento delle nevi.

Il più rapido alzamento in questi ultimi venti anni avvenne il 18 settembre 1840 nella misura di 10,2 pollici ($0^{m},276$) in un giorno, dopo che il 17 erano caduti a Ginevra 72 millim. di pioggia in 24 ore, passando così il livello del lago dall'altezza di pol. 57,4 a quella di pol. 67,6. L'efflusso integrale sarebbe in allora stato, giusta l'accennata scala, di 56 849 $600^{m.c.}$; la quantità d'acqua arrestatasi nel lago in altezza di $0^{m},204$, fatta deduzione dello strato corrispondente alla pioggia, sarebbe ascesa a 110 364 $000^{m.c.}$; quindi l'afflusso integrale sarebbe stato in 24 ore di 147 213 $600^{m.c.}$, equivalente all'afflusso unitario di $1704^{m.c.}$. In quella stagione non potrebbe attribuirsi la piena a disgelo di nevi e ad afflusso di fondo, poichè l'alzamento del lago fu pressochè contemporaneo alla pioggia. Se, distesa la stessa equabilmente su tutto il bacino, avesse questo somministrato acqua in ragione di superficie; dal Vallese, superiormente a S. Maurice, ne sarebbero venuti circa $\frac{2}{3}$, ossieno $1136^{m.c.}$, ed $\frac{1}{3}$, ossiano $568^{m.c.}$, dalle adjacenze del lago, della superficie di circa 2580 chilom. quad.; misure che si accrescerebbero sensibilmente qualora si calcolasse l'afflusso massimo in luogo del medio preaccennato. Ove si consideri che l'Arve, con un bacino di 2000 chilom. quad., scarica in piena presso l'emissario da $700^{m.c.}$ ad $800^{m.c.}$ per $1''$, si avrà difficoltà ad ammettere che il bacino del Rodano superiore a S. Maurice, della superficie di circa 4800 chil. quad., debba dare in piena soltanto $254^{m.c.}$. Si concede che, attesa la particolare esposizione del bacino, e la circostanza eziandio di essere rinchiuso fra due catene altissime delle Alpi, possano essere moderati gli afflussi delle piene, siccome lo indicherebbe anche il ponte di S. Maurice, dell'apertura di soli 58^{m} (1); ma si ha luogo di dubitare che abbiano a ridursi anche nelle

(1) *Comptes-rendus* etc. 26 ottobre 1844.

maggiori piene a soli $284^{m.c.}$, mentre tutt'al più potrebbe ammettersi siffatta misura per le acque alte estive in via ordinaria. Si è quindi indotti a credere che il calcolo del signor Vallée figlio pecchi in eccesso, prendendo per dato dell'ordinaria piena d'afflusso estiva un alzamento del lago di oltre 4 pol. in un giorno, alzamento che, qualora si verifichi, sembra doversi per la più parte attribuire all'azione di piogge cadute sopra qualche parte del bacino. Essendo verisimile che il concorso delle sorgenti di fondo avvenga con oscillazioni appena sensibili, da non confrontarsi con quelle di afflussi superficiali, il calcolo relativo lo regolerei nel modo seguente:

Media delle altezze minime del lago nel mese di maggio, quando incomincia il disgelo delle nevi, ricavata dalle osservazioni fatte a Ginevra ne' 19 anni decorsi dal 1838 al 1856, pol. 27,5.

Media delle altezze massime avutesi in luglio ed in agosto in tale periodo per effetto del disgelo delle nevi, pol. 74.

Altezza dell'acqua trattenuta nel lago in occasione del disgelo estivo, pol. 74—27,5=pol. 46,5, ossieno 1^{m},238, che per la superficie di 541 chilom. quad. dà il volume di 680 milioni di m. c.

Per termine medio, siffatto alzamento nel suo periodo ascendente dura 72 giorni, dal 20 maggio a tutto luglio: risultato desunto col tenere a calcolo le variazioni avvenute ne' detti 19 anni. L'indicato volume d'acqua invasata equivarrebbe così ad un deflusso unitario medio di $109^{m.c.}$; il quale si suppone variare fra i limiti estremi di zero, e di $200^{m.c.}$. Qualora questo massimo coincidesse coll'altezza di 62 pollici, che dà un efflusso di $424^{m.c.}$, l'afflusso totale ascenderebbe a $624^{m.c.}$. E siccome in via ordinaria l'afflusso superficiale si limiterebbe a $284^{m.c.}$, ne consegue che l'afflusso sotterraneo, ossia di fondo, si porterebbe a $624^{m.c}-284^{m.c.}$ $=340^{m.c.}$ L'efflusso minimo d'inverno potendosi calcolare, per termine medio, in $230^{m.c.}$ con un'altezza di 22 pol. (0^{m},60); e limitandosi in allora l'afflusso superficiale a $78^{m.c.}$, ne risulterebbe in $152^{m.c}$ l'afflusso di fondo. Questo perciò varierebbe entro un tal limite minimo e quello massimo di $340^{m.c.}$, essendo presumibile anche per esso una azione moderatrice de' serbatoj sotterranei, analoga a quella che rilevasi pel bacino del Tevere.

Trattasi di un punto d'idrologia di qualche importanza, che gioverebbe avesse a chiarirsi con misure maggiormente precise delle acque affluenti: notandosi del resto che, avuto riguardo alla semplicità delle leggi colle quali in generale procede la natura in fenomeni simili, convien sempre porsi in diffidenza sui dati assunti, e sui calcoli istituiti, quando in qualche parte i risultamenti ottenuti conducano al meraviglioso.

Stando ai dati del signor Vallée, secondo i quali la piena massima d'afflusso del Lemano, comprese le sorgenti di fondo, sarebbe della portata unitaria di soli $1176^{m.c.}$; esso, malgrado l'imponente sua vastità, avrebbe in vero ben poca influenza sul regime del Rodano, le cui piene massime oltrepassano in portata $10000^{m.c.}$. Colle modificazioni introdotte ne' suoi calcoli, prendendo per dato la piena del settembre 1840, l'afflusso medio unitario in un giorno, compreso lo strato della pioggia caduta sul lago, sarebbe stato di $2136^{m.c.}$, che, per termine massimo, potrebbe portarsi a $2600^{m.c.}$; e la piena massima di efflusso sarebbe di $600^{m.c.}$. Le piene massime d'afflusso dei laghi della Lombardia, quali si possono ricavare dal prospetto (X) annesso alla Nota (C), giungerebbero in complesso alla portata unitaria di $9960^{m.c.}$; e quelle di efflusso agli emissarj, a $3060^{m.c.}$, mentre nella piena massima del Po la sua portata unitaria si conterrebbe fra $6300^{m.c.}$ e $7000^{m.c.}$. Dal che desumesi quanto sia limitata l'influenza del Lemano a moderare le piene del Rodano, anche per la considerazione che non avvi coincidenza fra quelle dell'uno e dell'altro: e quanto invece sia grande l'azione dei laghi della Lombardia sul Po, le cui piene ripetonsi generalmente da cause comuni.

Un immenso benefizio piuttosto si ha pel Rodano inferiore dal bacino della Sonna, costituito in guisa di fare l'uffizio di un lago. Basta considerare che le piene torrentizie dell'Ain in portata massima, raggiungono prossimamente quelle della Sonna, quantunque questa abbia una superficie di bacino otto volte maggiore.

Ed abbenchè le une e le altre sieno di solito promosse da una causa comune e simultanea; mentre le prime determinano il colmo della piena del Rodano particolarmente a Lione, le seconde, col ritardare di tre o quattro giorni, vi affluiscono con danno incomparabilmente minore nel suo periodo di decrescenza.

Il signor ispettore Vallée, nella sua Memoria del 1843, parlando del fenomeno delle *seiches* osservate sul lago di Ginevra, per cui le sue acque si vedono alzarsi talvolta 3, 4 e 5 piedi in pochi minuti, e di poi abbassarsi in breve tempo con successive oscillazioni, le quali vanno mano mano decrescendo, supponeva che queste fossero comuni a tutta la superficie del lago, e dipendessero dall' aggiunta o sottrazione di una equivalente quantità d' acqua. Nella mia Memoria *Sulla natura dei laghi* (Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo, vol. II, 1845) dimostrai come siffatta ipotesi conducesse all' assurdo circa alla strabocchevole quantità d' acqua cui conveniva dare passaggio nel comunicare coi supposti laghi sotterranei. E forse da tali considerazioni è egli stato indotto a cangiare d' avviso nella Memoria presentata il 19 maggio 1851 all' Accademia delle scienze (*Comptes-rendus*), ove non ammetterebbe più il simultaneo alzamento ed abbassamento del lago per tutta la sua superficie, inclinando, come io feci, ad attribuire il fenomeno ad un movimento di librazione delle sue acque.

NOTA (*I*).

Sullo stabilimento del fondo de' fiumi.

Lo stabilimento del fondo de' fiumi sarebbe in generale confermato dai seguenti fatti:

In alcuni miei scritti ho dimostrato che la magra del Po nel 1396 all'antica chiusa navigabile annessa al sostegno di Governolo presso la foce del Mincio, doveva collimare prossimamente colla magra attuale; laonde in quattro secoli non sarebbe ivi avvenuto alzamento di fondo. Confrontando poi, particolarmente pel tronco superiore del Po fino a Cremona, l'altezza delle attuali golene con quella delle campagne difese da argini, la costruzione de' quali risale ad oltre sette secoli, sarebbesi rilevato per le prime un eccesso di altezza di circa $1^{m},20$ per termine medio. Questo poteva dipendere dalle tre seguenti cause: 1.° dalla maggiore elevazione delle piene nel luogo dell' osservazione per effetto dell' arginamento del fiume; 2.° dalla maggiore elevazione di esse piene, dipendente dal più rapido loro afflusso in conseguenza del diboscamento delle pendici de' monti, e del più esteso e perfetto arginamento del fiume stesso e de' suoi influenti ne' tronchi superiori; 3.° da un alzamento di fondo del Po. Veduto per altro che sulle prime due cause non havvi a dubitare, e che sarebbero tali da produrre da sè sole l' effetto osservato, se ne è conchiuso che per gli ultimi sette secoli l'alzamento del fondo del Po sarebbe stato di pochissimo momento, meno per le parti più prossime alle foci che si vanno protraendo in mare (1).

Il sig. De Gasparin accenna fatti che conducono ad eguale conclusione rispetto al Rodano superiormente ad Arles (2). Quivi sul fondo attuale del fiume sarebbesi scoperto un tubo di piombo, che serviva a condurre acqua potabile al tempo dei Romani. A Tarascon, Avignon, Pont S.t Esprit il livello delle fosse di fortificazione, oppure le fondazioni de' ponti, dimostrano che in quattro e più secoli non sarebbe avvenuto alzamento di magra; lo che si verificherebbe anche pei sostegni del ponte di Vienna, di costruzione romana. Nell' interno di Lione presso la foce della Sonna sonosi, sul fondo di

(1) *Sistema idraulico del Po.* — *Altre osservazioni sul Po.*

(2) *Comptes-Rendus*, precitati del 1841.

questa, rinvenuti i piedi di un'antica statua di bronzo, gettativi probabilmente in occasione dell'irruzione dei Barbari.

La Secchia ed il Panaro, usciti dalle gole de' monti, scorrono sulla pianura in ampio letto di ciottoli e ghiaje con una pendenza dal 5 al 6 per mille; la prima fra sponde alluviali insommergibili, ed il secondo fra sponde simili sommergibili in limitatissima misura dalle piene straordinarie. Fino dal secolo dodicesimo si derivano colà a destra ed a sinistra canali d'acque utilizzate, condotti sulle attigue campagne, che sembra non sieno andati soggetti a sensibile alterazione del loro livello.

Il celebre Viviani nel secolo XVII, ed il matematico Frisi nel successivo, intesero dimostrare che il letto dell'Arno si andava progressivamente alzando nell'interno di Firenze e ne' tronchi prossimi a quella città. L'ingegnere Guasti (1) e Carlo Giorgini (2), con riscontri positivi, addussero invece le prove, che nell'interno di Firenze il fondo dell'Arno per ben cinque secoli è rimasto pressochè inalterato, fatta eccezione degli effetti delle pescaje ivi costrutte; lo che sarebbe avvenuto eziandio pel prossimo tronco a valle.

Il matematico Lorgna, nel suo discorso intorno al riparare la città di Verona dalle inondazioni dell'Adige (3), emette l'opinione che il fondo del fiume siasi ivi alzato, senza però offrirne alcuna prova all'appoggio di dati positivi. L'Adige è colà attraversato da quattro ponti di muro, uno de' quali si considera di struttura romana. E siccome fra gli impedimenti dell'alveo, da cui il Lorgna ripete la maggiore elevazione delle piene, non annovera la troppo angusta sezione de'ponti, e d'altronde le piene attuali devono essere di portata assai maggiore di quello fossero anticamente, ne consegue che ivi il fondo del fiume non dovrebbe essersi alzato in misura notevole per una serie di secoli. Taluni, vedendo che tanto l'Adige ne' tronchi inferiori, quanto il Brenta, sovrastano in alcune tratte col loro fondo alle adjacenti campagne, attribuirono questo fatto ad un progressivo alzamento del loro fondo, dovuto in gran parte al loro arginamento. Nella mia Memoria *Sui cangiamenti cui soggiacque la condizione idraulica del Po nel territorio di Ferrara* (1), dimostrai come un tale alzamento abbiasi a ripetere dall'essersi in origine inalveati que' fiumi fra argini sopra un terreno il quale era deficiente del necessario declivio, che i fiumi stessi dovettero di poi procurarsi coi loro depositi; e come presentemente il loro fondo sia stabilito. Alle identiche conclusioni discende in un recente suo scritto il chiarissimo idraulico signor Paleocapa (2), il quale ebbe campo di studiare ne' più minuti particolari la condizione de' fiumi delle venete provincie.

Dai fatti esposti verrebbe dimostrato che, rispetto al Po, al Rodano, all'Arno ed all'Adige, se pure fosse avvenuto un alzamento di fondo, esso non potrebbe superare la misura di circa un decimetro per secolo, e quindi di un millimetro all'anno.

L'ingegnere Surell ne' pregevoli suoi studj sui torrenti delle Alte Alpi (3) prese ad esami-

(1) *Dell'influenza che esercitar possono sul corso dell'Arno le acque della Chiana*, nel Politecnico, tom. VII, 1841. Milano.

(2) *Discorso idraulico sull'Arno*. Firenze, 1851.

(3) *Nuova raccolta d'autori italiani che trattano del moto delle acque*. Bologna 1821, tom. II.

(1) Milano, 1852.

(2) Nota finale *E* alla Memoria *Sul prolendimento delle spiagge*, ec. Giornale dell'ingegnere architetto. Milano, fasc. d'aprile e maggio 1857.

(3) *Étude sur les torrents des Hautes Alpes*. Paris, 1841. Questa pregevole Memoria, frutto di profondi studj e di accurate osservazioni, che quel distinto ingegnere faceva ne' primordj della sua carriera, venne coronata dall'Accademia delle scienze col premio Monthyon, e pubblicata a spese del Ministero. Nell'altra Memoria *Sui miglioramenti delle foci del Rodano*, pubblicata nel 1847, egli offre ulteriori prove di finissimo criterio e di idee giustissime in materia d'idraulica fluviale. In un momento in cui la Francia ha estremo bisogno di uomini speciali in quel ramo d'arte, deve veramente far senso il vedere l'ingegnere Surell passato temporariamente al servizio della Società delle strade ferrate del Mezzodì. E ciò dopo che il paese ha perduto non ha guari uno de' più distinti fra essi, l'ingegnere Baumgarten, i cui lavori, ricchi d'osservazioni interessantissime, attestano con quanta assennatezza andasse guardingo nel ricavarne leggi generali; resistendo così ad una tendenza da cui si lascia di solito trascinare chi è educato alle matematiche discipline, avanti di avere acquistata nelle pratiche applicazioni una consumata esperienza.

minare le leggi colle quali anche questi si formano, e mano mano si stabiliscono colla progressiva escavazione del tronco superiore, detto da da lui *bacino e canale di ricevimento;* e coll'alzamento di quello inferiore, da lui chiamato *letto di dejezione,* che assume la forma di un conoide: fra i quali estremi altro tronco intermedio di solito s'incontra di maggiore o minor lunghezza, ove non avvengono nè escavazioni nè alzamenti. L'equilibrio, secondo lui, si raggiunge quando le curve del fondo, convesse verso il centro de' gravi, si coordinano con regolare degradazione senza rapido passaggio pei diversi tronchi del torrente, con pendenze che mano mano vanno scemando da monte a valle. In allora cessano i divagamenti sul letto di dejezione, il torrente rimane stabilito di corso, ed in qualche modo si estingue. Ponendo poi a confronto i torrenti ed i fiumi, nota come sieno comuni le leggi che regolarono il corso degli uni e degli altri, colla differenza però che ne' torrenti i cangiamenti di fondo procedono con una rapidità ed in una misura che ne rende comparativamente esagerata la scala. Anche rispetto ai fiumi sarebbevi perciò stato in epoche geologiche un periodo di escavazione pe' tronchi superiori, e di rialzamento per gli inferiori. Vedonsi difatti tuttavia nelle regioni dei monti le traccie di antichi laghi, i quali sembra fossero l'un dall'altro separati da barriere costituenti altrettante cascate. Tali barriere rimasero col tempo distrutte dalla lenta decomposizione delle roccie che le costituivano, e prevalentemente dalla forza dell'acque associata a quella dell'urto de' sassi da esse trasportati (1). Presso le sorgenti de' fiumi, ove minima doveva essere l'azione delle acque, attesa la minor copia loro, vedonsi in tanti casi conservati quei laghi (1), lo che avviene eziandio ne' loro tronchi inferiori, ove la considerevole profondità dei laghi rendeva inefficaci le cause preaccennate ad operarne il prosciugamento.

Dal confronto del corso della Durance e dell'Isère influenti del Rodano, i quali hanno contigue le loro origini nelle più elevate cime delle Alte Alpi, vedemmo di già come per gli ultimi 150 chilometri la prima abbia una pendenza tripla di quella dell'altro. Tale differenza sembra in gran parte essere dipendula da quella della meteorica condizione di entrambi i bacini. Imperocchè quello della Durance, esposto ai venti meridionali della marina, andrebbe soggetto a frequenti piogge temporalesche ed a repentine liquefazioni di nevi, che promoverebbero in grado sommo l'azione distruttiva dei torrenti, e la discesa di copiose materie; mentre in quello dell'Isère, separato da creste altissime che lo difendono da tali venti, l'azione delle piogge e del disgelo sarebbe assai più regolare e moderata. Ed a questa causa appunto attribuimmo il fatto d'incontrarsi a monte di Grenoble, lateralmente all'Isère, una quantità di torrenti estinti, ridotti cioè alla condizione di semplici rivi; come pure lo stabilimento del fondo del fiume da epoca remota. Quest'ultimo effetto sembra essersi avuto anche per la Durance, malgrado lo stato di sfacelo delle pendici alpine, da cui traggono origine i torrenti che vi confluiscono nel tronco superiore; dichiarando lo stesso ingegnere Surell, che il letto del fiume, generalmente vagante, va bensì soggetto a continue variazioni di corso, limitatamente però al suo andamento riferito ad un piano orizzontale, escludendone così gli alzamenti di fondo.

(1) A prova di quanto possa operare l'azione continua di una forza apparentemente minima, valga il seguente fatto. La derivazione del grande canale Muzza dall'Adda presso Cassano viene regolata anche con una serie di scaricatori di fondo muniti di saracinesche, i quali restituiscono al fiume l'acqua eccedente il bisogno. Uno di tali scaricatori erasi ricostrutto nel 1845 con un salto di $1^m,13$ dal fondo del canale, mediante platea di lastroni di granito dello spessore di $0^m,25$. Dopo tre anni questi si trovarono escavati dalla percossa delle ghiaje che vi sbalzavano sopra, al punto di dover riformare lo scaricatore, togliendo l'avvertito salto, e sostituendo nuovi lastroni. Disposta la platea in una superficie convesso-concava continua, dopo sette anni si rilevarono tuttavia nei nuovi lastroni incavature di oltre $0^m,10$.

Ad un altro scaricatore, ove con una diga subacquea si dirigono in maggior copia le ghiaje dal canale, queste in quattro anni hanno corroso il piede degli incastri di granito ne' quali scorrono le saracinesche, al punto di incavarli per oltre $0^m,10$; cosicchè si dovettero ivi rivestire con ghisa in altezza di $0^m,35$.

(1) Tali sono i laghi di *Caldonazzo* pel Brenta; di *Sils* e successivi per l'*Inn*; *Reschen*, *Mitten* ed *Heider* per l'Adige.

Nel corso superiore dell'Adda in Valtellina, ove in questi ultimi quarant'anni sonosi praticati considerevoli diboscamenti, i quali promossero una straordinaria discesa di materie dai torrenti che vi confluiscono, sembra che gli scanni formati nel fiume al piede dei loro conoidi vadano in molti luoghi rialzandone il fondo. Altrettanto mi si assicura essere avvenuto pel corso superiore dell'Adige nel Tirolo. Tale alterazione nel regime di questo fiume pare non abbia per altro influito in misura sensibile nel suo corso inferiore, giusta le premesse osservazioni circa al tratto intersecante la città di Verona. Sembra che le modificazioni promosse dall'arte o dalla natura nel corso di un fiume, come sarebbe un accorciamento di linea od un rialzamento con pescaja, non si propaghino che a limitata distanza, dopo della quale il fondo rimane inalterato. In alcuni miei scritti anteriori ho dato ragguaglio di due salti del Po avvenuti in occasione di piene negli anni 1807 e 1810 al così detto *Mezzanone*, 15 chilometri a valle di Piacenza, per cui il corso del fiume si sarebbe ivi accorciato di dodici chilom. Questo cangiamento avrebbe dovuto influire ad abbassare a Piacenza le piene posteriori; ma confrontate queste con quella del 1801 tanto per Piacenza, quanto per Cremona, posta 16 chilom. a valle dei salti preaccennati, non scorgerebbesi avvenuta per la prima località alcun abbassamento di piena. Potrebbe però avere in ciò avuta parte la condizione anormale del fondo del Po per parecchi chilometri sotto Piacenza, essendo ivi formato da ghiaje e ciottoli portativi dalla Trebbia, che ne rendono difficile l'escavazione, mentre il Po ne' tronchi a monte ed a valle scorre sopra letto di sabbia, ed in generale anche gli altri suoi influenti torrentizj inferiori dell'Apennino non vi portano alla foce che sola sabbia. Veduto che Piacenza trovavasi collocata sul Po anteriormente alla guerra punica, come lo è oggidì, dopo venti e più secoli, quantunque in prossimità la Trebbia sregolata vi trasporti ingenti masse di ghiaje e ciottoli, mi sorse il dubbio che altrettanto non avvenisse in addietro, e che ciò potesse essere effetto di estesi diboscamenti (1). Imperocchè tutti que' depositi di materie, di una mole non proporzionata al regime del Po, avrebbero dovuto in tanto tempo allontanarne il corso da Piacenza, promovendo la corrosione della opposta sponda formata di semplice terra o ghiaja. Tali depositi costituiscono uno scanno, ove il Po con una pendenza tripla dell'ordinaria prende un corso assai violento e variabile. Se si consideri per altro che con tutto ciò le maggiori piene del Po, in qualche caso straordinario soltanto, raggiungono il livello dei più depressi quartieri di Piacenza, si avrà in ciò un'altra prova dello stabilimento del suo fondo, malgrado lo stato di disordine in che se ne trova il regime in quelle località.

L'ingegnere Guasti, nella precitata sua Memoria sull'Arno, attribuirebbe a Guglielmini la proposizione che: *la cadente alla quale un fiume si adatta, ha un più immediato rapporto colla mole delle ghiaje trasportate, che non colla velocità ond'è dotato* (1). Il Guglielmini, parlando di fiumi a fondo mobile, osserva che: *la caduta non è tanto cagione della velocità, quanto effetto della medesima;* e poco dopo, che: *ne' fiumi quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori;* e successivamente: *quanto più lunga e maggiore sarà la piena del fiume, tanto meno declive sarà il fondo di esso;* come pure: *quanto maggiore sarà l'acqua ordinaria del fiume, sarà tanto meno declive l'alveo* (2).

(1) *Sistema idraulico del Po*, pag. 7, 13, 81.

(1) Memoria precitata, pag. 32.

(2) *Della natura de' fiumi*, cap. V, propos. I, coroll. II. Ivi, propos. II, coroll. II. Ivi, propos. VI, coroll. III e IV.

Il libro del Guglielmini, scritto sul cadere del secolo XVII, venne riconosciuto siccome eccellente dai più distinti idrometri della Francia, quali furono D'Alembert e Bossut, *principalmente per la parte fisica*. In quanto alla parte idrometrica per altro osservava il Guglielmini che *l'acqua passando dalla quiete al moto nell'uscire dalle vasche delle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra maniera, acquista nella discesa per gli alvei, che sono altrettanti piani più o meno inclinati, qualche grado di velocità; ma questa ben presto si riduce all'equabilità per le grandi resistenze che incontra l'acqua nel suo moto.* Cap. IV.

E successivamente: *Se un fiume crescerà per una piena sopravveniente, la quantità dell'acqua prima della piena a quella della piena avrà la proporzione composta*

Dall' esame di alcuni casi speciali si vedranno confermati tali principj del Guglielmini.

L'Adda presso Formigara, sopra Pizzighettone, con una pendenza media di $^{0.32}/_{1000}$, scorre sopra fondo di ghiaje, i cui ciottoli più grossi giungono a cinque o sei centimetri di diametro massimo. Il suo corso è ivi serpeggiante, raccolto, e poco variabile fra sponde costituite di terra in parte sabbioniccia. La sua portata media unitaria, ossia *modulo*, è di circa $160^{m.\,c.}$, fra i limiti di $40^{m.\,c.}$ in magra massima, e di $900^{m.\,c.}$ in piena massima, che d'ordinario è alquanto insistente.

La Senna sopra Parigi, a monte della confluenza della Marna, scorre pure raccolta in letto di ghiaje, provenienti, a quanto pare, in gran parte da banchi diluviali, con una pendenza di $^{0.13}/_{1000}$ soltanto, la quale di poco s'accresce superiormente fino a Montereaux, distante 93 chilom., ove confluisce l'Yonne, avendosi per termine medio $^{0.16}/_{1000}$. Il suo modulo, dedotto quello della Marna, sarebbe di circa $200^{m.\,c.}$, fra i limiti di $68^{m.\,c.}$ in somma magra, e di $1300^{m.\,c.}$ in piena massima, la quale di solito è di lunga durata.

Abbiamo veduto (Memoria § 13) come la Garonna scorra nel dipartimento del *Lot et Garonne* sopra letto di ghiaje con una pendenza media di $^{0.26}/_{1000}$, che pei mollenti varia fra i limiti di $^{0.01}/_{100}$ e di $^{0.17}/_{1000}$, e per le rapide, sopra soli $^{15}/_{100}$ della lunghezza, fra i limiti di $^{0.375}/_{1000}$ e di $^{2.02}/_{1000}$; di modo che le pendenze varierebbero nel rapporto di 1 a 50. Le materie del fondo sarebbero costituite per due a quattro decimi di sabbia e ghiajetta, e pel rimanente, di grosse ghiaje della media lunghezza di 8 a 10 cent., e per fino con ciottoli di 15 a 20 cent. Dalle materie più grosse si vedrebbero appunto formati gli scanni corrispondenti alle rapide, e sarebbero provenienti, non già dal corso superiore della Garonna o de' suoi influenti, ma dalla corrosione di banchi diluviali, che in alcune tratte accompagnano il fiume. Dietro le esperienze fatte da Baumgarten, il movimento progressivo delle più grosse materie, che in qualche caso speciale giunse a 28^{m} e 30^{m} in un anno, in generale sarebbe di poco momento (1).

La Secchia, uscita da' monti sotto Roteglia, scorre, come si è detto, vagante in ampio letto di ghiaje e ciottoli, in lunghezza di 19 chilom., con una pendenza di circa $^{5.5}/_{1000}$ fino a Rubiera, ove incontra la via Emilia. I più voluminosi di essi ciottoli hanno il diametro massimo dai 15 ai 20 centim. Continuano di poi i divagamenti del fiume in alveo che mano mano va stringendosi per 6 chilom., con una pendenza media di $^{2.70}/_{1000}$ fra i limiti di $^{5}/_{1000}$ e di $^{0.50}/_{1000}$ fino a *Ramo*, ove hanno termine le ghiaje. Prosegue la Secchia per altri 8 chilom., raccolta fino a S. Giacomo presso Modena sopra letto di sabbia con una pendenza media di $^{0.40}/_{1000}$, che ivi si riduce a $^{0.30}/_{1000}$. Nelle sue maggiori piene è torbidissima, rassomigliando in allora ad un fiume di fango, e la sua portata giunge in quella località, per massimo, a 700 od 800 metri cubici, mentre all'uscita de' monti sembra abbia ad essere pressochè doppia. Tali piene sono per altro rare e brevissime; e nell'estate il fiume è talvolta asciutto.

A questo modo, quantunque tanto la Garonna quanto la Secchia nel suo tronco superiore in pianura, trasportino ciottoli di egual mole, pure l'ultima ha una pendenza venti volte maggiore dell'altra; e nel suo tronco successivo sopra Modena, ove questa scorre in sabbia, la sua pendenza sarebbe tuttavia maggiore di quella dell'Adda, ove scorre sopra grosse ghiaje, e doppia o tripla di quella della Senna superiore presso Parigi, scorrente pure in ghiaja. Tali fenomeni sarebbero dovuti all'azione più o meno intensa e durevole della corrente delle acque, giusta gli esposti principj del Guglielmini; al grado di torbidezza delle acque, da lui pure

---

della proporzione delle altezze e della dimezzata delle altezze medesime. Cap X.

Per tal modo, avanti che si sviluppasse in Francia la dottrina del moto equabile delle acque negli alvei, colla prima di quelle proposizioni egli già da un secolo avrebbe stabilito il principio fondamentale di essa; e colla seconda, il risultamento cui dovevano condurre per i fiumi le formole relative.

(1) Memoria precitata, pag. 14 e seguente.

posto a calcolo (1); ed eziandio alla maggiore o minor affluenza delle materie dai tronchi superiori.

La Durance, come vedemmo, per l'ultimo suo tronco di 150 chilometri ha una pendenza media di circa $^{5}/_{1000}$, la quale, trovandosi tuttavia di circa $^{2}/_{1000}$ a poca distanza dalla foce, dovrebbe superiormente portarsi a $^{4}/_{1000}$. Non conosco a qual limite giunga la mole de' suoi ciottoli, sapendo solo che scorre vagante in ampio letto, il quale generalmente raggiunge la larghezza di oltre un chilometro. Sembrando, come si è osservato, che tale pendenza sia principalmente dovuta all'affluenza delle materie dai tronchi superiori, è verisimile che, rinnovando su questo fiume gli esperimenti fatti dal Baumgarten sulla Garonna, si abbia a rilevare per esse materie un movimento di discesa assai maggiore.

Non starebbe quindi la proposizione preaccennata dell'ingegnere Guasti: che *la cadente di un fiume abbia un più immediato rapporto colla mole delle ghiaje trasportate, che non colla velocità ond'è dotato;* e se, malgrado il progresso dei diboscamenti de' monti, il loro degradamento, e quindi la maggior copia delle materie trasportate dalle acque tanto in sospensione quanto sul fondo, questo non si è sensibilmente elevato, particolarmente ne' tronchi inferiori, sembra doversi ciò attribuire all'accresciuta portata delle piene, per cui le materie di maggior mole, spinte più innanzi, hanno potuto con tutto ciò disporsi sotto una pendenza minore, di modo che ne è risultata una specie di compensazione già da me avvertita in scritti anteriori (2). Per siffatto motivo appunto, ove si ristringa il corso di un fiume vagante fra le proprie alluvioni, scema la sua pendenza, siccome ha avvertito lo stesso Guglielmini (3).

In quanto agli effetti delle pescaje per rialzare il fondo de' fiumi, gioverà prendere in esame i fatti che vi hanno rapporto.

(1) Capit. V, propos. VI, corol. I, II e VI.

(2) *Sistema idraulico del Po*, pag. 81. *Dei cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po*, ec. pag. 41.

(3) Luogo citato.

Il signor Minard, nel suo pregevole trattato sui lavori richiesti per la navigazione de' fiumi e de' canali (1), parlando delle pescaje (*barrages déversoirs*), osserva come esse non alterino generalmente il fondo del fiume, limitandosi di solito l'interrimento ad un prisma triangolare appoggiato alla faccia a monte della pescaja, il quale termina a pochi metri di distanza. Interrimenti più estesi scorgerebbersi però a monte di alcune pescaje stabilite non ha guari sul Tarn, influente della Garonna, e li attribuirebbe alla circostanza di non essersi, come di solito, costrutti tali manufatti sopra dorsi del fondo, ed a quella eziandio che il fiume trasporta ciottoli del diametro di 10 a 12 centimetri. Con tutto ciò l'interrimento si manterrebbe anche colà ad $1^{m},20$ più depresso della cresta della pescaja (2).

(1) *Cours de construction des ouvrages qui établissent la navigation des rivières et des canaux*, ec. Chap. VIII. Paris, 1841.

(2) Il signor Cordier, rispetto alle pescaje (*Essai sur la construction des routes.* Lille, 1825. Discorso preliminare, pag. CXI. *Troisième Mémoires sur les projets présentés pour la jonction de la Marne à la Seine.* Paris, 1829), supponeva che il pelo d'acqua a valle rimanesse dopo lo stramazzo inalterato; e per determinare l'efflusso calcolava la lunghezza sviluppata della pescaja obliqua. Il signor Minard, nell'opera precitata, ammetterebbe che il pelo d'acqua a valle scemi d'altezza, particolarmente per le pescaje disposte a piano inclinato, osservando però che non sempre i filamenti acquei sono normali alla cresta della pescaja, per cui erroneo sarebbe il regolare il calcolo sulla lunghezza di quelle oblique. In una mia Memoria del 1830 *sopra un nuovo sistema di chiuse ad aprimento spontaneo* (Politecnico, tom. I), partendo dal fatto che in occasione di forti piene si cancella del tutto la traccia del salto, qualunque l'ostacolo frapposto al corso delle acque dovesse in qualche modo rigonfiarle, ho mosso il dubbio che la loro elevazione a valle, particolarmente in tempo di piena, abbia ad accrescersi, al confronto dello stato primitivo, per effetto dello stramazzo, il quale, promovendo eziandio moti vorticosi, dovrebbe dar luogo ad una perdita di forza viva. Notava poi, come in tali circostanze i filamenti acquei sieno paralleli alle sponde del fiume, per cui poco o nulla influirebbe in allora l'obliquità della pescaja sull'ampiezza della sezione di scarico. In Francia si sono costrutte numerose pescaje sui fiumi, e si dovrebbero possedere dati per risolvere la quistione. Ma siccome i confronti dovrebbero farsi a portate pari, quindi, non già con semplici livelli di magra e di piena, ma con una serie di osservazioni contemporanee per diversi stati d'acqua, anteriormente e posteriormente alla costruzione della pescaja, tanto nel

Ne' fiumi d'Italia per altro si vedrebbero effetti ben diversi.

Sul fiume-torrente Crostolo nel Reggiano, in prossimità della strada postale da Reggio a Brescello, si è costrutta con contorno di muro una chiusa detta *la Begarola,* con porta mobile, ad asse orizzontale sul fondo, dell'altezza di circa $0^{m},80$, al fine di facilitare l'estrazione di acque irrigue, e di lasciar libera nelle piene la sezione del fiume. Non essendosi aperta a tempo la porta, le ghiaje vi si sono accumulate a tergo, in guisa che il fondo del fiume a monte collima ora colla cresta della porta alzata, e prosegue all'insù con regolare pendenza. Un tale effetto sarebbesi avuto nel giro di qualche anno soltanto, con sensibile escavazione del tratto a valle, ove alcune bocche non possono più estrarre acqua al livello primitivo.

La grande chiusa di *Casalecchio,* colla quale si deriva dal Reno il *Canale Naviglio* di Bologna, è edilizio del secolo XII stato in parecchie riprese ricostrutto, di cui dà ragguaglio anche il Guglielmini, particolarmente in quanto concerne l'artifizio degli scaricatori, parte aperti e parte con porte, destinati ad impedire che le ghiaje entrino nel canale. La chiusa in magra ha circa otto metri di salto, dopo di che il Reno prosegue per molte miglia il suo corso vagante in ampio letto di ciottoli e ghiaje. Queste materie costituiscono egualmente il fondo del fiume torrente a monte della chiusa, il quale collima ivi pure colla cresta di questa, cui vedesi parallela una zona della larghezza di 15 a 20 metri, formata di sola sabbia. Tale circostanza fermò la mia attenzione allorchè nel maggio 1847 visitai l'edifizio; ma considerati i fenomeni che accompagnano lo stramazzare delle acque in piena, ne ho rilevata la spiegazione che esporrò più innanzi.

La differenza degli effetti avutisi ne' fiumi d'Italia ed in quelli della Francia sembra derivare dal poco declivio di questi, dalla poca quantità delle materie da essi convogliate, ed eziandio dal breve tempo decorso dopo la costruzione delle pescaje che li attraversano, generalmente per comodo della navigazione. In quanto ai fiumi d'Italia, oltre ai fatti preaccennati, che sarebbero conseguenza di maggior copia di materie trascinate dalle acque anche dai tronchi superiori, devesi notare che nelle regioni de' monti, particolarmente sopra alcuni influenti dell'Alto Adige o di qualche suo principale tributario, le pescaje sonosi appunto erette allo scopo precipuo di frenare la discesa di tali materie; ma che ristabilitasi prossimamente la pendenza del fondo a monte di taluna di esse pescaje fino a collimare colla loro cresta, dovettero rialzarsi mano mano a considerevole altezza, lo che ne rende sempre più pericolosa la temibile rovina.

Ritornando ora al fenomeno preaccennato della zona di sabbia parallela alla cresta della chiusa di Casalecchio sul Reno, debbo osservare, che sopra uno sfioratore, o stramazzo libero, in occasione di piene, le acque a qualche distanza dalla cresta della chiusa prendono una velocità maggiore, che mano mano si accresce fino al salto. L'aumentata forza della corrente escava un gorgo a monte della chiusa, e malgrado l'acclività di questo in contatto di essa, è atta a far sbalzare i ciottoli a valle. Abbassandosi di poi rapidamente la piena in un fiume torbidissimo quale si è il Reno, mentre scema la velocità dell'acqua, anche per la più ampia sezione che incontra nel gorgo, e vien meno così la forza di trascinarvi sul fondo quella quantità di ciottoli che valga a colmarlo, lo fa colle sabbie che da ultimo non è più capace di tenere in sospensione.

Altrettanto avviene sotto i ponti che non sieno forniti di platèa generale; quando si trovino sopra corsi d'acqua soggetti a piene per le quali la loro luce riesca troppo ristretta, e perciò si formi a monte un carico o *battente.* Se le acque trasportano poca materia, il gorgo che ivi si forma si conserva dopo la piena, ed in acque basse costituisce un *fondo morto.* Siccome per altro in tempo di piena la sezione del gorgo riesce viva e contribuisce al più libero deflusso

---

lungo di essa, quanto in altro rimasto inalterato; qualora ciò non si fosse fatto finora, gioverebbe assaissimo praticarlo, allo scopo di chiarire questo punto interessantissimo d'architettura idraulica.

delle acque, e quindi a scemare il rigurgito dipendente dalla soverchia ristrettezza della luce, gli architetti idraulici della Lombardia, particolarmente in questi ultimi tempi, ammaestrati dall'esperienza, preferiscono, in casi simili, di sopprimere la platéa generale de' ponti, assicurandone piuttosto le pile e le coscie con profonde e larghe fondazioni, e lasciando alle acque la facoltà di escavare il fondo negli intervalli di que' sostegni, con che si ottiene maggior sicurezza per l'edifizio. Se con principj analoghi si sopprimessero le platee di molti ponti su fiumi i quali nell'attraversare alcune città le inondano nelle loro piene, in causa appunto della soverchia ristrettezza della luce di essi ponti, rafforzando debitamente le fondazioni dei loro sostegni, se ne potrebbero ottenere, a quanto sembra, ottimi effetti (1).

Riassumendo le precedenti considerazioni, ne risulterebbe, che tanto pei torrenti, quanto pei fiumi principali, la natura avrebbe seguito leggi analoghe, essendosi gli uni e gli altri disposto il loro corso per escavazione ne' tronchi superiori e per riempimento negli inferiori. La loro pendenza andrebbe gradatamente scemando da monte a valle, e costituirebbe una curva, la cui convessità è rivolta verso il centro de' gravi. Quando la curva, rispetto ai torrenti, è continua senza repentini passaggi fra i loro diversi tronchi, essi prendono un carattere di stabilità, e le tante volte si estinguono. Tali curve, in quanto ai fiumi, vanno soggette a notevoli anomalie, anche nei loro tronchi inferiori, o per accidenti del terreno o per effetto delle materie portate dagli influenti, o per quelle che provengono da depositi diluviali, i quali ne accompagnano il corso; siccome abbiamo veduto avvenire per il Rodano e per la Garonna. Se si considerino tutte queste irregolarità; i continui cangiamenti cui il fondo de' fiumi va soggetto, particolarmente nei tronchi di carattere vagante, sia per corrosioni o per depositi di nuove alluvioni, le quali vengono talvolta tagliate per salto con raddrizzamenti parziali, e quasi sempre con notevole discesa delle materie; come pure le continue variazioni di velocità delle acque tanto pei diversi stati del fiume quanto per le diverse parti del suo alveo in uno stato determinato, sarà mestieri conchiudere, essere maraviglioso l'avvertito equilibrio nell'azione di tante forze disparate e di intensità variabilissima. E più ancora, ove si pongano a calcolo i cangiamenti che talvolta avvengono nel corso superiore di essi fiumi, particolarmente per diboscamenti delle pendici dei monti che ne promovano il degradamento, ed aumentino così la copia delle materie convogliate dalle acque.

Dimostrata così la stabilità del fondo de' fiumi, particolarmente pel corso inferiore di essi, malgrado la continua discesa delle materie; e veduto che quelle di maggior mole, quali sarebbero le ghiaje, non oltrepassano un dato punto, altra spiegazione non se ne potrebbe porgere fuorchè quella datane dal Guglielmini; che cioè avvenga un continuo logoramento di esse materie, e che la posizione del punto summentovato sia determinata dallo spazio che si richiede perchè si compia un tale logoramento. Si concede che la semplice collisione non sembra una forza sufficiente per operare simili effetti, ammesso pure che debba associarvisi altra causa, in molti casi efficacissima, da nessuno, che mi sappia, avvertita, quale si è la lenta decomposizione delle rocce costituenti i ciottoli. Non estendendosi però questa causa a tutte le località, sussisterebbero ancora talune delle difficoltà promosse dagli oppositori alla dottrina del Guglielmini. Ma siccome lo stabilimento del fondo de' fiumi è, come vedemmo, un fatto ineccepibile, tali difficoltà non valgono a distruggerlo, dovendosi tutt'al più annoverarlo fra i tanti fenomeni naturali, de' quali la scienza ha determinato gli effetti bensì, ma non le cause.

---

(1) Un tale partito potrebbe forse giovare per abbassare le piene dell'Arno nell'interno di Firenze, e tanto più ove si rendesse in tutto od in parte mobile la pescaja di *Ognissanti*.

NOTA (*L*)

Sul diversivo Cordier per la Senna, e sopra altri provedimenti per impedire l'inondazione di Parigi, con osservazioni intorno alla nuova Memoria dell'ingegnere Belgrand concernente l'idrologia di quel fiume.

Le maggiori piene della Senna, delle quali siasi tenuta memoria, riferendone l'altezza allo zero della scala idrometrica applicata al ponte della Tournelle in Parigi, sono le seguenti (1):

	Metri
1615 11 luglio	9,04
1649 gennajo	7,65
1651 idem	7,80
1658 idem	8,80
1690 ——	7,30
1711 marzo	7,55
1740 25 dicembre	7,90
1751 gennajo	6,70
1764 14 novembre	7,00
1784 4 marzo	6,66
1799 4 febbrajo	6,97
1802 gennajo	7,45
1807 marzo	6,70
1817 marzo	6,30
1836 dicembre	6,40
1850 febbrajo	6,07.

Il progetto dell'ispettore Cordier, cui si riferisce la sua prima Memoria del 1827, era particolarmente inteso a facilitare la navigazione; a procurare un comodo ed innocuo stanziamento alle barche e zattere presso Parigi, coll'intendimento di tenere sgombro il letto della Senna, e di tor via le steccaje che servono alla loro difesa, onde lasciare maggior libertà al deflusso delle acque ed alla discesa de' ghiacci nelle piene. Colla rimozione di tali ostacoli e col dilatamento di qualche strozzatura dell'alveo della Senna ripromettevasi egli di abbassare la piena di $0^m,80$; e di un altro metro mediante il canale diversivo navigabile.

Esso diversivo fino allo sbocco nella Senna presso S.t Cloud, comprese le darsene interposte nella pianura d'Ivry, sarebbe stato lungo 19 chilom., quindi un chilom. meno del tronco intermedio della Senna. La parte sotterranea del canale, in due tratte della complessiva lunghezza di 4685^m, avrebbe avuto una larghezza sul fondo di 20^m, con banchine laterali per l'attiraglio delle barche; e sarebbe stato coperto con volta di 25^m di corda. Nelle Memorie successive del 1828 e del 1829 si sarebbero sostituite due gallerie all'unica dapprima proposta.

Egli è certo che in quanto alla navigazione ed al servizio edile per le acque potabili della metropoli, si potevano ottenere da tale progetto sommi vantaggi. Ma in quanto all'abbassamento delle piene nella misura di $1^m,80$ per la parte a monte di essa, insorgerebbe qualche dubbio, partendo dai dati esibiti dall'autore. Alla pag. 142 della prima Memoria dichiara, che la pendenza della Senna pel tratto interposto al ponte della Tournelle ed al ponte di Luigi XVI (doveva dire *ponte Reale*), in lunghezza di 2300^m, varia da $0^m,65$ ad $1^m,65$, ed è per termine medio di un metro. Se per pendenza intende quella assoluta, ossia la cadente fra i due estremi, essa starebbe rispetto alla media di un metro, ma senza le variazioni suindicate; imperocchè dai prospetti alle pagine 184 e 185 concernenti la piena del 1807, per variazioni di altezza del pelo d'acqua da $1^m,30$ a $6^m,66$ sopra zero, la cadente non varierebbe in quel tratto che fra i limiti di $0^m,99$ e di $1^m,13$; e per l'intero tronco interno di Parigi dal superiore ponte d'*Austerlitz* alla macchina a vapore di *Chaillot*, sulla lunghezza di 5492^m, da $1^m,46$ ad $1^m,43$. Per tal modo il pelo d'acqua di piena in quel tronco, malgrado gli impedimenti de' molteplici ponti e delle steccaje, sarebbe parallelo a quello or-

(1) Cordier, Memoria precitata del 1827, pag. 161.
Darsse. Memoria precitata del 1851.
Belgrand, Memoria precitata del 1852. pag. 51.
Idem. Annales des ponts et chaussées, 1857, sem. I, pag. 266, per la piena del 1856.

dinario; lo che allontanerebbe l'idea di un notevole rigurgito in tempo di piena; risultamento che in vero lascia luogo a dubitare dell'esattezza delle osservazioni. Quando la cosa fosse in questi termini, poco vantaggio sarebbe ad attendersi dall'ideato diversivo per l'abbassamento delle piene, e meno ancora da quello proposto in tempi anteriori, che avrebbe dovuto sboccare a *Chaillot*.

In quanto poi agli altri rimedj preventivi intesi a tale scopo, non vi sarebbe a calcolare sul rimboschimento della parte montuosa del bacino stata denudata, la quale, siccome dichiara il signor Belgrand, si limiterebbe a poca estensione. E rispetto alla parte piana o semipiana di esso, se i diboscamenti ebbero luogo, come è verisimile, anche in questi ultimi secoli col progressivo aumento della popolazione di quella metropoli, e se in pari tempo è scemata in modo sensibilissimo l'altezza, e conseguentemente la portata delle maggiori piene, mentre non potrebbero più considerarsi siccome causa d'aumento di queste, vano poi tornerebbe l'avvisare a frenarli, in quanto che, come vedemmo, sarebbero conseguenza inevitabile delle esigenze locali.

Il signor Belgrand per altro, in una recente Memoria sul bacino della Senna (1), osserva che, non essendovi alcun segnale di riferimento per la straordinaria piena dell'11 luglio 1615, della quale fa cenno il padre Cotte, molti ingegneri dubitano che possa esservi stata. E ciò anche rispetto alla stagione in cui dicesi avvenuta, dimostrando il fatto che negli ultimi 79 anni, dal 1.° giugno a tutto ottobre non sonosi avute piene della Senna che oltrepassassero la misura di $3^{m},89$. Circa poi alle altre due grandi piene del 1651 e del 1658, egli ha motivo di supporre che la notevole loro elevazione in Parigi fosse in gran parte dovuta alla ristrettezza delle luci dei vecchi ponti preesistenti, per cui, accumulati ivi i ghiacci, avranno promosso il rigonfiamento delle acque. A prova di ciò esibisce alcuni documenti, da' quali risulterebbe che il ponte di *Vernon* sulla Senna Inferiore, in occasione delle mentovate ultime due piene, sarebbe rimasto in tutto od in parte distrutto, appunto per l'accumulamento de' ghiacci. Trattandosi di avvenimenti memorabili per le conseguenze che ne derivarono alla metropoli della Francia, e di epoche poco lontane, gioverebbe rovistare le cronache contemporanee al fine di chiarire tali fatti, che possono servire di fondamento a presagire eziandio la sua sorte futura.

Nel 1854 si è istituito un servizio idrometrico speciale per la Senna, sotto la dirigenza dello stesso signor Belgrand, allo scopo precipuo di annunziare alle adjacenze del fiume l'arrivo della piena, dietro le osservazioni udometriche e quelle idrometriche degli affluenti; al quale l'altro si associerebbe, di studiare la natura delle acque di sorgiva d'alcuni di questi, coll'intendimento di condurle a Parigi. Per ora non esistono che gli udometri anteriormente stabiliti sul bacino dell'Yonne, uno soltanto per quello della Senna Superiore, ed altro per quello del Loing, i quali ultimi dovrebbero in seguito aumentarsi.

Moltiplicate le stazioni per le osservazioni idrometriche giornaliere tanto sulla Senna quanto sopra i suoi influenti, si danno le rappresentazioni grafiche della elevazione delle loro acque avvenute dal 1.° maggio 1854 a tutto aprile 1858, distinguendo con appositi tratteggi i periodi delle acque torbide, delle semichiare (*louches*), e delle limpide. Alle tavole contenenti le curve relative, si premette una carta geologica del bacino della Senna, da cui rilevansi le formazioni permeabili od impermeabili, che ne costituiscono le varie parti.

Le acque torrentizie del bacino dell'Yonne, generalmente impermeabile, giungerebbero a Parigi nel periodo di circa quattro giorni, e determinerebbero colà il colmo della piena, a differenza di quanto erasi indicato nella Memoria del 1852. Altrettanto può dirsi per quelle della Marna.

Le acque tranquille della Senna Superiore, provenienti per la più parte da bacini permeabili, giungerebbero tre o quattro giorni dopo quelle torrentizie, per cui il colmo della loro

(1) *Mémoire sur les observations faites du 1.er mais 1851 au 30 avril 1855*, ec. (*An. des ponts et chaussées*, 1857, sem. 1, pag. 267.)

piena si propagherebbe a Parigi al declinare di quella del recipiente.

Il signor Belgrand osserva che le acque torrentizie hanno presso le sorgenti il massimo di loro torbidezza, la quale mano mano va scemando, mentre le acque tranquille s'intorbidano di solito coll'allontanarsi dalle sorgenti, per la confluenza di acque torrentizie.

Tali proposizioni le vedrei confermate dai seguenti fatti. Nelle tavole esibite scorgesi che nella piena dal dicembre 1854 al gennajo 1855, mentre a Parigi le acque della Senna si conservarono torbide tutto il dicembre, e divennero semichiare col primo gennajo, tre giorni dopo il colmo; a *Poissy*, distante 69 chilometri, sotto la confluenza dell'*Oise*, la loro torbidezza si è conservata fino al 12 gennajo, rimanendo semichiare fino ai primi di febbrajo, per intorbidarsi di nuovo. A *Mantes* invece, posta 51 chilometri a valle, senza influenti intermedj di qualche momento, le acque incominciarono a divenir semichiare il 24 dicembre, sei giorni prima del colmo della piena, conservandosi tali fino al 10 gennajo; dopo di che, pei dieci giorni successivi defluirono limpide; e divenute novamente semichiare dal 20 al 24 gennajo, scorsero di poi limpide fino al 2 febbrajo.

Questi fatti dimostrano che col progredire nel loro corso le acque di un fiume torbido, esse vanno mano mano chiarificandosi fino a poter divenir limpide, quando particolarmente se ne modera la velocità per effetto della decrescente pendenza, deponendo le materie tenute in sospensione, le quali vengono di poi spinte innanzi sul fondo dalla corrente. Combinato un tale fenomeno con quelli riferiti nella Nota (*I*) circa ai rapporti fra la pendenza de' fiumi, l'azione più o meno energica e durevole della corrente, la mole e la copia delle materie da essa trasportate, sembrano dover spargere molto lume sopra quistioni idrologiche intralciatissime, quale sarebbe quella secolare dell'immissione del Reno in Po, o della conservazione dell'attuale sua inalveazione nell'antico Po di Primaro.

Il signor Belgrand, dal confronto delle curve delle acque torrentizie e di quelle tranquille degli influenti a bacino permeabile, fra i quali annovera l'altipiano dell'Eure interseeato (*drainé*) dalla creta bianca, conchiude, che *per questi le acque di pioggia giungono al thalweg col mezzo delle sorgenti*, di modo che verrebbe ad escludere un deflusso superficiale.

L'ingegnere in capo Saint-Clair, che ha dato una recente monografia dell'*Eure* (1), partendo da principj diversi, giungerebbe a conclusioni del tutto opposte. Prendendo egli ad esaminare la piena del 1841, la quale fu delle maggiori conosciute, osserva che, se il suo bacino, della superficie di 5700 chilom. quad., fosse stato impermeabile, essa nel suo colmo avrebbe dovuto avere una portata unitaria di circa $497^{m.\,c.}$; mentre questa invece si limitò a soli $90^{m.\,c.}$. La differenza di $407^{m.\,c.}$ la ripeterebbe da deviazione delle acque dal *thalweg* col mezzo di correnti sotterranee. Dei $90^{m.\,c.}$ poi, cinque soltanto li attribuirebbe alle sorgenti, il cui deflusso lo dichiara pressochè invariabile, e dell'ordinaria portata di $4^{m.\,c.}$; mentre i residui $85^{m.\,c.}$ li farebbe dipendere da deflusso superficiale. Ove si consideri che per dichiarazione dell'autore il deflusso unitario di massima magra, in casi però rarissimi, discende ad $8^{m.\,c.}$; e che quello medio, o modulo, sarebbe di $16^{m.\,c.}$, avuto riguardo all'entità delle piogge, che nella prossima città di *Rouen* giungono annualmente a $0^{m},92$ (2), superando di una metà quelle che cadono a Parigi, sarà forza ammettere con lui, che pel bacino di questo fiume avviene realmente una considerevole deviazione d'acque dal *thalweg*. Quantunque poi dal dicembre 1854 all'aprile 1855 siensi avute tre piene d'acque, tranquille bensì, ma che si conservarono torbide fino al totale declinare di esse, e semichiare per tutto il tempo residuo, lo che sarebbe indizio di un deflusso superficiale, si reputa troppo spinta la proposizione del signor Saint-Clair, che escluderebbe in quelle piene il concorso delle acque sotterranee oltre ad una misura, che raggiunge appena la metà della portata di massima magra, la quale non avviene se non in prolungate siccità, quando per ciò non avvi

(1) *Bassin de l'Eure*. (Ann. des ponts et chaussées, 1857, sem. I). Rispetto ai dati statistici dell'Eure, influente della Senna, vedasi il prospetto *X* annesso alla nota finale (*C*).

(2) Vignon, Memoria precit. (Ann. des ponts et chaussées, 1853, sem. II).

deflusso superficiale di sorta. Sembra assai più razionale il supporre, che nelle piene le acque sotterranee siensi associate nel *thalweg* alle acque superficiali, e che, cessato il deflusso di queste, le prime alimentassero esclusivamente il fiume negli stati ordinario e di magra.

Queste considerazioni mi lascerebbero tuttavia qualche dubbio sulla attendibilità della conclusione del tutto opposta del signor Belgrand, che il carattere tranquillo delle acque di piena provenienti da bacini permeabili, come sarebbe quello dell'*Eure*, si debba quasi esclusivamente al deflusso delle acque sotterranee. Ma in quanto alla Senna superiore alla confluenza dell'Yonne, le nuove sue osservazioni dimostrerebbero per essa un regime paragonabile a quello dell'emissario di un lago, e quindi verrebbero in appoggio di tale proposizione. Nelle curve delle oscillazioni fluviali che ne porge, tanto pel tronco prossimo alle sorgenti a Gommeville, ove il bacino è di soli 640 chilom. quad., quanto per Bray, ove esso giunge a 9700 chil. quad., di cui $^1/_{10}$ soltanto sarebbe impermeabile, non si scorgono alzamenti che eccedano i 20 centimetri in un giorno. Per gli influenti torrentizj dell'Yonne, di bacino impermeabile, gli alzamenti giornalieri vedonsi invece oltrepassare talvolta i due metri, e sono di brevissima durata.

I nuovi studj del signor Belgrand spargono così molto lume sopra questo grave argomento. Ad appianare però totalmente gli insorti dubbj, con vantaggio della scienza, gioverebbe assaissimo estenderli giusta il piano seguito dalla Commissione idrometrica di Lione, coll'associare cioè le osservazioni udometriche alle idrometriche, ed alle misure di portata per bacini di una permeabilità più o meno pronunziata.

Nota il signor Belgrand che una grande piena della Senna a Parigi non è sempre effetto di un fenomeno meteorico unico, ma piuttosto di successivi. Allorchè essa continua a salire per sei od otto giorni, se ne può inferire che i suoi affluenti abbiano avuto almeno due piene; tre, se l'incremento si estenda dai nove ai dodici giorni, e così di seguito, siccome appare dalle curve delle loro oscillazioni rispetto alla piena 1854-55, specialmente per la parte torrentizia del bacino impermeabile dell'Yonne. Questa osservazione collimerebbe con quelle da me fatte circa all'andamento della piena del 1850, la cui durata faceva appunto dipendere da una successione di piogge, e quindi di piene parziali degli influenti. La poca efficacia perciò dei *bacini di trattenuta* che si avessero a stabilire sul bacino impermeabile dell'Yonne per moderarne le piene, non dovrebbesi più attribuire alla circostanza addotta nella Memoria del 1852, di scaricarsi queste nel primo periodo di piena crescente a Parigi, mentre ora è provato che ne determinano il colmo; ma a quella piuttosto, di già avvertita, che, occupandosi la capacità di tali serbatoj in una delle prime piene parziali di essi influenti dopo la magra annuale, non gioverebbero più ad alleviare il colmo di quella del fiume principale, qualora fossero ad emissario regolato, siccome richiederebbero le esigenze della navigazione (*G*). Che se invece fossero ad emissario aperto, potrebbero in qualche caso aggravarne il colmo a Parigi.

Rispetto poi ad applicare *tali bacini di trattenuta* sulla parte permeabile, qualora le circostanze locali lo permettessero, non vedrei poterne derivare gli inconvenienti temuti dal signor Belgrand, in quanto che trattasi di serbatoj, l'azione de' quali si limita a qualche giorno, onde la permeabilità, anzichè tornare di danno, siccome avviene per quelli che alimentano i canali, riuscirebbe vantaggiosa col promovere il disperdimento delle acque. E poichè il colmo della piena delle acque tranquille della Senna Superiore giunge, come vedemmo, a Parigi parecchi giorni dopo quello del fiume principale, un maggior ritardo che si frapponesse al loro deflusso anche pel periodo di piena crescente, potrebbe contribuire ad abbassare il colmo stesso a Parigi. Che se per avventura la condizione del bacino non permettesse di ricorrere a tali rimedj preventivi, converrebbe limitarsi a quelli locali, procurando eziandio di scemare i danni delle inondazioni col contrassegnare nei quartieri sommergibili della metropoli il livello delle maggiori piene anteriori, e far sì che la imprevidenza non abbia a renderli più gravi.

(*M*)

Osservazioni intorno alla Memoria del signor Vallés sulle innondazioni (1).

Mentre davo l'ultima mano a queste note, che fanno seguito alla mia Memoria, vidi annunziata coll'indice delle materie quella dell'ingegnere in capo Vallés sullo stesso argomento, della quale ho fatto qualche cenno al termine della nota (*E*). Procuratomi da Parigi tale scritto, di oltre 500 pagine, anzichè impegnarmi in una diffusa analisi di esso, mi limiterò a toccarne i punti principali, riferendomi, nelle osservazioni che avrò a fare in proposito, alle varie parti del mio lavoro, ove sonosi sviluppate le stesse materie.

L'autore così chiude il proemio della sua Memoria: « Noi opiniamo che oggidì lo scopo precipuo cui devesi tendere, stia nel togliere le incertezze che la quistione tuttavia involge; nel determinare un piano di lavori, sia per la difesa, sia per l'utilizzazione delle acque; nel dimostrare la sua utilità, per combattere il male e conseguire il bene; nell'indicare le variazioni di cui è suscettibile, a seconda delle principali circostanze nelle quali possono trovarsi le valli; nello stabilire in somma le basi essenziali delle operazioni; e nel far conoscere i principj generali, che dovranno servire siccome di filo conduttore nell'eseguimento dei lavori. Ciò premesso, l'opera degli ingegneri, illuminata da questa discussione, diretta, in quanto alle vedute d'insieme, da utili precetti, consisterà negli studj di dettaglio; nel determinare l'ubicazione di essi lavori; nel tracciare sul terreno la direzione da seguirsi; nel calcolarne la misura e la spesa; nell'applicare in fine a ciascuna località le regole, delle quali la teoria avrà dimostrata l'utilità e l'esattezza » (pag. 7).

Nei capitoli I e II tratta della distribuzione delle piogge, e degli effetti dell'evaporazione e dell'infiltrazione ne' terreni più o meno permeabili; stabilendo de' rapporti sopra dati medj fra le diverse quantità loro.

Passando nel cap. III a parlare delle piene, osserva che finora sonosi considerate siccome flagelli, mentre, trovandosi nell'ordine della natura, col loro potere fertilizzante convertirono le nude rocce e gli aridi greti in ubertosi campi; di modo che l'arte può tuttavia ricavarne un'azione benefica con lavori a tal uopo intesi. Avanti però di sviluppare su questo particolare il suo concetto, così si esprime:

« Presentando alcune osservazioni sopra un tale argomento, noi non pretendiamo al certo di avere esaurita la materia. Occorre molta scienza per penetrare nei disegni del Creatore; e sotto questo rapporto sentiamo la ristrettezza dei limiti ne' quali ci troviamo rinchiusi. Ma il nostro contingente di considerazioni, per quanto sia debole, avrà forse il suo grano di utilità, e dovesse pure limitarsi a destare l'attenzione sopra l'importanza di questi studj, sarebbe di già indizio di un felice ritorno verso la sana interpretazione de' fenomeni naturali, nutrendo speranza che, sparsa questa semente sul fertile campo dell'umana intelligenza, non tarderebbe a versare i suoi tesori di una ricca messe. »

Nel cap. IV presenta un quadro luttuoso degli effetti degli argini longitudinali insommergibili, concludendo non essere possibile assicurare col loro mezzo la difesa, mentre poi richiedono

(1) *Etudes sur les inondations, leurs causes et leurs effets, les moyens à mettre en œuvre pour combattre leurs inconvénients, et profiter de leurs avantages;* par M. F. Vallés, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Ouvrage couronné par l'Académie Impériale des sciences de Bordeaux. Paris, 1857. Tale annunzio, coll'indice delle materie, venne inserito nel fasc. 4.°, luglio-agosto, degli *Annales des ponts et chaussées.*

un dispendio immenso. Partendo da alcune esperienze praticate da Vauthier con canaletti, ne inferisce, che tanto il soverchio ravvicinamento degli argini, quanto l'avvicendato loro allontanamento, danno luogo a rigonfiamenti d'acque nelle piene.

I provedimenti che egli propone nel cap. V consistono, pei fiumi attualmente disarginati, in argini trasversali, intesi a moderare la corrente ed a promovere sulle campagne la deposizione del limo soltanto, lasciando possibilmente libero tanto il corso delle acque, quanto il campo delle espansioni. Tali argini, partendo dalle coste insommergibili, sarebbero a questo fine orizzontali, egualmente insommergibili, e costrutti con sola terra. Per tutta la larghezza normale della golena poi, cui corrisponderebbe il letto maggiore del fiume, si disporrebbero colla loro sommità inclinata fino a collimare colla sponda di esso, rafforzandoli con palafitti e rivestimenti di sassi, onde possano resistere alla corrente, dalla quale verrebbero ivi soverchiati. La distanza reciproca di quegli argini dovrebbe essere regolata in guisa di ridurre la velocità delle acque d'espansione ad una misura di circa di $0^{m},60$ per $1''$.

In quanto ai fiumi attualmente accompagnati da argini longitudinali insommergibili, egli non si dissimula le gravi difficoltà che devonsi incontrare, volendovi applicare un provedimento analogo. Costruirebbe a tal uopo nelle campagne, a determinate distanze, argini trasversali di terra, pure insommergibili, e nell'argine longitudinale una serie di chiavichette, le quali dovrebbero servire ad introdurre l'acqua nel recinto arginato, al momento che vi fosse pericolo di tracimazione; ed a restituirla al fiume mano mano che si abbassa la piena.

Per un fiume disarginato che avesse la pendenza di $^{0,25}/_{1000}$, gli argini trasversali li collocherebbe alla distanza di quattro chilometri, con che si riprometterebbe di ridurre la velocità delle acque a circa una metà, ossia a $0^{m},60$ per $1''$. Tale distanza la considererebbe conveniente anche per un fiume arginato di eguale pendenza.

Per la Loira arginata al disotto del Beeco d'Allier, il cui corso si estende, secondo lui, a 190 leghe metriche di quattro chilometri, occorrerebbero 190 coppie di argini trasversali (1).

Da principio li limiterebbe a 40 coppie, al fine di disporre due recinti d'espansione a monte e due a valle di ogni città, della capacità insieme di 36 milioni di m. c., per ottenere un abbassamento di piena, particolarmente in quei punti; di modo che la capacità totale di que' recinti rinscirebbe di 360 milioni di m. c. (2).

Le chiavichette le costruirebbe binate, dando ad ogni luce una larghezza di un metro, l'altezza di $1^{m},50$, colla soglia a $2^{m},50$ sotto il livello della inondazione. Supposto il carico medio di $0^{m},90$, ne calcola un efflusso unitario di $4^{m.c.}$ per ogni luce, e volendolo portare per ogni città a $1000^{m.c}$, occorrerebbero ivi 125 coppie di tali chiaviche. Queste verrebbero distribuite in modo uniforme, al fine di non portare maggior danno ad una piuttosto che ad altra località. Egli suppone che per ogni coppia occorrano da 60 a 68 metri cubici di muratura, cosicchè ciascuna importerebbe la spesa di circa fr. 4000.

Per la parte montuosa troverebbe necessaria la costruzione di *bacini di trattenuta* ad emissario regolato, de' quali intenderebbe valersi anche per utilizzare le acque a benefizio della navigazione e della irrigazione. E poichè in tal modo, colle espansioni da lui proposte si otterrebbe un abbassamento delle piene, ne inferisce, che gli argini longitudinali esistenti si possano abbassare e rafforzare con rinfianchi, al fine di accrescere la loro stabilità.

Nel cap. VI prende in esame la proposta di altri rimedj preventivi. Egli non converrebbe nella opportunità de' fossetti orizzontali di Polonceau, in vista sia dell'enorme dispendio richiesto, sia dell'effetto limitato che se ne può

---

(1) Deve essere sfuggito un errore, in quanto che quella lunghezza, da me ricavata in gran parte dalla nuova Carta di Francia in 32 fogli nella scala di $\frac{1}{320000}$, non sarebbe maggiore di 130 leghe, ossia di 520 chilometri.

(2) Se, come sembra, sono dieci le località in cui vorrebbe disporre quattro recinti, le coppie d'argini dovrebbero essere ovunque cinque, ed in totalità cinquanta.

ritrarre; e per la circostanza eziandio che, secondo lui, si renderebbero così maggiormente pronunziate le magre estive. Inclinerebbe invece in favore delle dighe traforate del comandante Rozet. E rispetto all'influenza dei boschi, egli discenderebbe alle proposizioni accennate in fine della nota (*E*), partendo principalmente dalle esperienze e considerazioni del signor Belgrand.

Nel cap. VII ed ultimo presenta un calcolo della spesa che potrebbero richiedere i provedimenti da lui proposti, applicati alla Loira, e cioè *i bacini di trattenuta* nelle regioni alte; *gli argini trasversali* nel tronco inferiore in prossimità delle città, colle *chiaviche* negli argini longitudinali; come pure *cinque canali diversivi* pei tronchi soverchiamente angusti presso ad altrettante città. E la farebbe ascendere a circa 70 milioni, che si porterebbero a 380 per tutti i fiumi principali della Francia. Indica finalmente le misure cui si dovrebbe ricorrere, allo scopo di far fronte a tale dispendio.

In un argomento del tutto nuovo per la scienza delle acque, scorgerei soverchia la fiducia che egli riporrebbe ne' principj generali da lui esposti, i quali costituirebbero la parte teorica. Nel dar per altro un successivo sviluppo alle proprie idee ammette egli pure che trattasi di materia molto grave, confessando che all'atto pratico abbiansi ad incontrare incertezze non lievi sul partito da prendersi, particolarmente per sottoporre alle espansioni del fiume i territorj oggidì difesi da argini longitudinali insommergibili. E difatti, ove si consideri che, giusta quanto egli stesso dichiara, sonvi terreni per tal modo protetti lunghesso la Loira, coltivati a lino, legumi e cereali, di un valore di 15 a 20 mila franchi l'ettaro (pag. 218), se ne potrà inferire che il decidersi a rinunziare agli utili di quelle colture, incompatibili colla sommersione artificiale dei terreni, potrà essere soggetto di serie discussioni.

La cognizione delle leggi generali sulla quantità e distribuzione delle piogge, sulla evaporazione o sull'assorbimento de' terreni, sviluppate per la più parte dall'autore con molto accorgimento, potrà bensì tornare utile agli ingegneri che dovranno proporre i provedimenti applicabili alle singole località; ma oltre agli studj per la scelta di queste, avranno a regolarsi preferibilmente sui dati di fatto ad esse peculiari, che richiedono apposite osservazioni. E sarà meglio ancora se si atterranno a quelli della elevazione e portata delle piene parziali d'ogni influente, i quali includono il risultamento finale delle combinazioni dei singoli elementi preaccennati, e di quello eziandio importantissimo delle pendenze del terreno. Il processo sintetico invece, mercè il quale si volesse giungere a tale risultamento, col calcolare *a priori* ogni elemento, potrebbe condurre ad errori gravissimi.

E qui m'occorre fare un'osservazione. Il signor Vallés, partendo dal fatto da me esposto, che il deflusso annuale medio dell'Adda corrisponde ad uno strato d'acqua di $1^m,296$ disteso sull'intero suo bacino, suppone che equivalga alla pioggia su di questo cadente, prendendo egli la media di quella di Milano di $1^m,04$, e di quella del Gran S. Bernardo di $1^m,555$, media che corrisponde ad $1^m,299$. Pei motivi sviluppati nella Nota (*C*) io invece dimostro essere verisimile, che sulle alte cime de' monti costituenti il bacino dell'Adda lacuale, la pioggia giunga alla misura di $2^m,40$; ed a quella di $3^m,11$ e di $3^m,48$ per gli altri influenti del Po, Ticino e Dora Baltea. Una legge simile si verificherebbe anche pel bacino della Senna, ove, come vedemmo, a *Montsauche*, sui monti del Morvan, la pioggia è tripla di quella che cade a Parigi, circostanza notata anche dal signor Vallés. E forse ad una tal causa sarebbe attribuibile il considerevole deflusso del Lot, tributario della Garonna, il quale potrebbe dipendere dalla pioggia e neve caduta sugli alti monti dell'Auvergne in misura maggiore ancora che non sia quella presa per termine massimo dall'autore a *Joyeuse*, nel prossimo bacino del Rodano, quantunque questa sia considerevole in via media, e straordinaria poi in alcuni casi, in conseguenza delle particolari condizioni locali (1).

---

(1) Il 9 ottobre 1827, nel periodo di sole 22 ore caddero ivi, giusta la dichiarazione del signor Arago, ventinove pollici e tre linee ($0^m,785$) di pioggia, lo che si attribuisce alla circostanza d'elevarsi a circa 10 chilo-

Gli esperimenti fatti da Vauthier con canaletti più o meno inclinati, larghi $0^m,20$, della lunghezza di 6^m, ne' quali faceva scorrere l'acqua proveniente da una conserva, con un carico o battente di circa $0^m,50$, allo scopo di determinare gli effetti di un dilatamento di sezione in forma di varice (1), non sembrano tali da poterne ricavare conseguenze applicabili egualmente ai fiumi. Quantunque e nell'uno e nell'altro caso la gravità sia la causa del moto delle acque, assai diverso però verrebbe ad essere l'effetto delle resistenze per modificarne il corso. Alquanto arrischiata si dovrebbe quindi, a mio avviso, considerare la proposizione del signor Vallès, ricavata da tali esperienze, che non solo il ravvicinamento degli argini longitudinali, ma ben anche il loro avvicendato allontanamento abbia a promovere sui grandi fiumi un alzamento delle piene, lo che, ove sussistesse, non raccomanderebbe al certo le sue proposte degli argini trasversali, co' quali dovrebbe avvenire altrettanto.

In quanto poi ad ottenere con questi argini una velocità pressochè uniforme nelle acque d'espansione, ho motivo di dubitarne, particolarmente ove essa si estenda a molta distanza dal fiume. Ivi l'acqua si disporrà pressochè orizzontale, con pochissimo moto, e quindi colla minima deposizione di limo, particolarmente pel fianco a valle di ciascun argine trasversale, mentre per l'estrema tratta del fianco a monte l'acqua vi scorrerà parallela, con notevole pendenza. Rialzandosi per tal modo coi depositi le parti più prossime al fiume, e rimanendo più depresse le lontane, difficile, come notai, se ne renderà lo scolo.

Qualora le circostanze locali si oppongano ad un maggiore alzamento degli argini longitudinali per renderli insommergibili dalle maggiori piene, siccome dicesi avvenga per quelli in generale della Loira, addossati al fiume, e sui quali sono stabilite le precipue comunicazioni stradali, accompagnate da frequenti abitati; e sia assolutamente necessario assoggettare i terreni che ne sono protetti alle espansioni del fiume nelle maggiori piene; il partito di regolarle con argini trasversali e con un sistema di chiaviche, potrebbe in massima essere opportuno, non disgiunto però da gravi inconvenienti. Dovendo quegli edifizj servire al passaggio di un considerevole corpo d'acqua sgorgante sotto una forte pressione, quindi animata da molta velocità, sarebbe mestieri costruirli con profonde e robuste fondazioni, al fine di prevenirne la distruzione cui, in circostanze simili, vedemmo soggiacere le chiaviche del Po (Nota *D*). E per la parte verso campagna sarebbe ad aggiungersi un accompagnamento dell'edifizio, il quale allontanasse dall'argine il gorgo che inevitabilmente vi si formerebbe, la cui prossimità potrebbe dar luogo a pericolose filtrazioni. La spesa richiesta per essi verrebbe così a riuscire assai maggiore di quella calcolata. Avuto poi riguardo al numero, pel loro regolamento occorrerebbe un personale d'impegno non lieve, il cui servizio, anche di semplice sorveglianza, si limiterebbe a pochi giorni nell'anno, di modo che arduo tornerebbe l'addestrarlo in una manovra che dovrebbesi eseguire con somma precisione ad intervalli di otto o dieci anni, in occasione cioè delle maggiori piene, le quali richiedano le artificiali espansioni. E poichè il pronto scolo delle acque esondanti è condizione precipua per scemarne i danni, esso tornerebbe difficile con tutte quelle chiaviche, delle quali le sole a valle sarebbero maggiormente efficaci. Gioverebbe perciò riunirle quivi in maggior numero, dietro compenso alle proprietà che avessero a sentirne danno; allo scopo eziandio di aprirle per le prime; di promovere l'espansione delle acque di sotto in su; e di frenare così la corrente di quelle provenienti dalle chiaviche superiori che si aprissero di poi. Sarebbe però a considerarsi, se in luogo delle chiaviche a valle non fosse preferibile il partito di disporre ivi un tratto d'argine più depresso, rialzato da semplice soprasoglio, il quale verrebbe tagliato in un istante, all'avviso

---

metri di distanza al nord, a guisa di muro verticale, il monte Tanargue alto 1500^m, diretto dall'est all'ovest, dal quale vengono arrestati i vapori trasportati dai venti meridionali. Dove, *Klimatologische Beiträge*. Berlin, 1837, pag. 82.

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1848, sem. 1.

di minaccia della piena, promovendo così la formazione di un'ampia breccia, che servirebbe successivamente al più pronto scarico delle acque introdotte tanto per essa quanto per le chiaviche superiori. Questo partito, di facile esecuzione, l'ho proposto anche per le arginature di golena del Po nel Cremonese (nota *D*), e vedrebbesi applicato eziandio in Olanda, servendo colà quei tratti d'argine alquanto più depressi, che chiamansi *overlaten*, quali sfioratori per riversare dal bacino (*boesem*) nel *polder* l'acqua che nel primo non si può più contenere. Scaricate le acque grosse mediante la breccia, da chiudersi tosto colla terra ricavabile dalla golena frontale, quelle sottili sarebbero a scolarsi mediante chiaviche con soglia depressa. Queste si potrebbero collocare eziandio negli argini trasversali, tenendole però chiuse durante la inondazione, per poscia aprirle e dare scolo ai terreni più bassi.

Rispetto ai serbatoj permanenti, o di lunga durata, per l'utilizzazione delle acque in essi accumulate, ho di già dimostrato come non possano tornare di vantaggio apprezzabile nel moderare le piene, imperocchè la loro capacità si troverebbe generalmente occupata colle prime piene successive alla magra annuale (1).

Ed in quanto ai *bacini di trattenuta*, ho osservato come rispetto ai fiumi principali converrebbe estenderli ad influenti che per combinazioni meteoriche talvolta non concorrono a promovere le piene maggiori; di modo che non sempre se ne ricaverebbe un effetto utile proporzionato al dispendio richiesto dalla loro costruzione, intorno alla quale mi riporto alla nota (*G*).

Il signor Vallés, in vista che il colmo della piena della Loira a *Saumur* ha ritardato nel giugno 1856 21 ore al confronto di *Tours*, posta 65 chilometri a monte, vorrebbe attribuirlo principalmente a quella della Vienna. Imperocchè, ammessa da lui una velocità di $1^{m},30$ per $1''$, ossia di chilom. 3.4 all'ora, il colmo della piena della Loira avrebbe dovuto propagarsi colà in sole 11 ore. Su questo particolare mi occorre osservare, che la velocità di propagazione del colmo di una piena non si può dedurre con certa norma da quella delle acque del fiume, e che nel 1846 il colmo della piena della Loira si comunicò da Orléans a Tours, distante 114 chilometri, in 36 ore, dopo di che avvenne quivi, come notai (1), un lieve abbassamento, susseguito da un rialzamento dovuto alla restituzione delle acque d'inondazione. Se quindi la propagazione del colmo da Orléans a Tours ebbe luogo nel 1846 in ragione di 3.2 chilometri all'ora, non trovasi di che eccepire sul fatto che da Tours a Saumur siasi propagato nel 1856 in 21 ore, ossia con una velocità di 3,1 chilometri. Se il Cher la mattina del 3 giugno, quindi un giorno prima della piena massima della Loira a Saumur, erasi di già abbassato, come egli dichiara, di cent. 60, è verisimile che altrettanto avvenisse della Vienna, avente un corso prossimamente di uguale lunghezza; e che il colmo della piena a *Saumur* fosse dovuto a quello della Loira Superiore. Gli influenti Cher, Indre e Vienna nel 1846 non ebbero piena di qualche momento, ed invece l'ebbero notevole nel 1856. E quantunque colle loro piene parziali precedessero, come sembra, quella del fiume principale, essi però, occupando in maggior misura l'alveo di questo ne' suoi primordj, avrebbero contribuito a rialzarne il colmo, anche senza determinarlo direttamente.

Convengo io pure che in epoche geologiche le piene de' fiumi tornassero benefiche coi loro depositi, e che l'arte possa tuttavia trarne qualche vantaggio, regolandone le espansioni, senza però ammettere che oggidì essa sia in grado di segnare regole generali e sicure per applicare a questo fine i più opportuni rimedj. Sarà di già molto se, mirando a tale scopo, con una serie di giudiziosi tentativi e con ben intese osservazioni, raccolga i dati dall'esperienza, che valgano ad estenderli mano mano nel modo più utile.

---

(1) Vedansi le note finali (*G*) e (*L*).

(1) Vedasi la nota (*D*).

La recente piena del Po, della quale ho dato ragguaglio (*Atti dell'I. R. Istituto Lomb.* vol. I, p. 18, 1858), ha superate tutte le piene anteriori, quantunque non vi concorressero quelle della più parte de' fiumi alpini della Lombardia. Non è quindi inverisimile che possano avvenire combinazioni meteoriche, le quali rendano vani gli sforzi di contenere il fiume colla grande arginatura continua che ora vi ha resistito, malgrado lo stato suo incompleto. Ma per una legge providenziale, siffatte combinazioni sono rarissime, di modo che ne' tronchi inferiori, ove più malagevole è la difesa e più terribili sono i disastri delle rotte d'argini, scorgesi seguire una specie di compensazione fra le cause svariatissime delle piene e fra gli effetti che operano sull'alveo del fiume; laonde dieci di esse in questi ultimi cinquant'anni si alzarono ad un livello pressochè costante, e le due più poderose del 1839 e del 1857 non le soverchiarono che di qualche decimetro.

Dacchè la pubblica amministrazione ha assunto il regolamento di quelle difese, nel corso di quarantacinque anni si ebbero a deplorare i disastri di una rotta soltanto, cagionata non da soverchiamento d'argine, ma da corrosione, che forse con maggiore previdenza potevasi evitare. Quando l'arte con rimedj preventivi possa giungere a moderare le piene; quando le circostanze locali possano permettere di regolarne l'espansione; e quando i dispendj all'uopo occorrevoli sieno proporzionati agli utili che ne risulteranno; essa avrà operato un benefizio immenso. Ma ove si consideri che tali provedimenti si renderebbero pressochè impossibili per un fiume alpino quale si è il Po, i cui argini longitudinali insommergibili sono una necessità assoluta, senza di che le ubertose campagne da essi protette ritornerebbero alla primitiva condizione di boschi e di paludi; sarà mestieri ammirare la saggezza delle misure, colle quali nel modo più semplice e senza spese eccessive si sostiene, mercè que' ripari, la lotta col fiume, che tende incessantemente a riconquistare il dominio contrastato.

PROSPETTO I.

Riassunto delle quantità di pioggia e dei deflussi della Sonna, coll'aggiunta di altri dati statistici sul suo regime, ricavati dalle osservazioni pubblicate dalla Commissione idrometrica di Lione. Esso abbraccia il settennio dal 1.° ottobre 1844 al 30 settembre 1851. Le portate si sono calcolate in relazione alla scala idrometrica di Trévoux. La superficie del bacino è di chilometri quadrati 30,670.

Periodo dell'anno	Pioggia media in m. c.	Deflusso medio in m. c.	Rapporto fra i deflussi e la pioggia	Altezza media della pioggia in millim.	Deflusso unitario medio in m. c.	Evaporazione a Dijon in millimetri	*OSSERVAZIONI*
							Deflusso unitario
Nei cinque mesi ottobre-febbrajo. . . .	10 097 428 000	7 254 730 052	0,718	329,1	555	82,46	Nella massima piena 1840 (Nota (*E*)) m. c. 3400.
Marzo	1 724 134 000	1 198 170 012	0,695	56,2	532	35,87	
Aprile.	2 777 452 000	2 041 264 279	0,735	90,6	788	47,57	Nella piena del 10 febbrajo 1850 coll'altezza di 5^{m},48 m. c. 2116.
Maggio	1 854 187 000	1 107 391 386	0,597	60,5	414	89,57	
Giugno	2 208 785 000	657 174 197	0,298	72,0	254	115,14	Nelle massime magre del 21 agosto 1846; e del 22 e 23 settembre 1849 m. c. 22,23.
Luglio.	2 221 471 000	363 011 743	0,163	72,4	135	117,71	
Agosto	2 490 800 000	519 960 161	0,209	81,5	194	90,57	
Settembre	2 221 982 000	488 546 672	0,202	72,4	189	55,71	Nella media delle massime magre annuali m. c. 55.
Nell'anno	25 596 239 000	13 630 248 502	0,532	834,7	432	634,60	
Quadr. giugno-sett.	9 143 038 000	2 028 692 773	0,221	298,3	193	379,13	Rapporti minimi mensili dei deflussi colla pioggia: pel luglio 1847, 0,086; per l'agosto 1846, 0,068; pel settembre 1849, 0,049.
Sem. ottobre-marzo	11 821 562 000	8 452 900 064	0,713	385,3	538	118,33	
Sem. aprile-settem.	13 774 677 000	5 177 348 438	0,370	449,4	283	516,27	

PROSPETTO II

delle altezze osservate agli idrometri qui sotto notati sul Rodano e sopra alcuni suoi influenti, dal 15 al 20 ottobre 1846. Le altezze in metri sono prese sullo zero o magra.

Vedi *Annales de la Société d'agriculture de Lyon; — Bibliot. Univ. de Genève.*

Giorni	LAGO	RODANO			SONNA	ISÈRE	DRÔME	DURANCE
	Ginevra	Salto	Lione	Arles	Trévoux	Grenoble	Die	La Saulce
15	1,25	1,77	2,20	2,24	2,15	0,65	1,05	0,20
16	1,23	1,66	2,00	3,30	2,32	0,60	1,50	1,00
17	1,22	1,66	1,76	4,15	2,45	0,70	1,45	0,45
18	1,20	1,60	1,70	4,92	2,65	0,85	1,70	1,55
19	1,22	1,67	1,80	5,04	2,92	1,80	1,68	1,20
20	1,25	1,83	1,94	4,78	2,66	1,00	1,30	0,85

Quantità della pioggia caduta.

Nel settembre = il giorno 20 a Valenza 275$^{m.m.}$; a Privas 224$^{m.m.}$; il giorno 29 a Privas 162$^{m.m.}$, a Die 75$^{m.m.}$

Nell'ottobre = i giorni 16 e 17 a Grenoble 37$^{m.m.}$, a Privas 228$^{m.m.}$; i giorni , 16, 17 e 18 a Valenza 170$^{m.m.}$, a Die 41$^{m.m.}$, a Briançon, Alta Durance, 26$^{m.m.}$, a Gap, id., 43$^{m.m.}$.

In tutto il mese, a Valenza 339$^{m.m.}$, a Privas 399$^{m.m.}$, a Die 146$^{m.m.}$, a Briançon 93$^{m.m.}$, a Gap 118$^{m.m.}$, a Grenoble 127$^{m.m.}$.

PROSPETTO III.

Misure concernenti l' inondazione della pianura del Forez e del suo emissario, sul quale trovansi le dighe di Pinay e della Roche, in occasione della piena della Loira avvenuta nell'ottobre 1846. (Mem. § 11.)

	Distanza in metri	Cadente del pelo d'acqua in magra metri	Cadente del pelo d'acqua in piena metri	Pendenza per mille in magra	Pendenza per mille in piena	Altezza in metri dalla magra alla piena	Larghezza dello specchio d'acqua in piena metri	Osservazioni idrometriche riferite alla magra
Sotto Feurs						5,47		Al ponte di Feurs posto 4500m a monte della Sezione I.
	2200	3,53	0,64	1,600	0,291			17 or. 6 a. = 2m,20 | 18 or. 2 a. = 3m,40 | 19 or. 6 a. = 2m,10
Sezione I						8,36	2400	» » 6 p. = 3m,10 | » » 6 a. = 3m,20 | » » 6. p. = 2m,10
	2630	1,95	0,75	0,741	0,285			» » 6 p. = 2m,90
Sezione II						9,56	2625	Al ponte di Balbigny posto un chil. a valle della Sezione III.
	1450	1,25	0,16	0,862	0,110			17 or. 8 a. = 3m,67 | 18 or. 8 a. = 11m,37 | 19 or. 2 a. = 9m,39
Sezione III						10,65	3100	» » 6 p. = 6m,09 | » » 9 a. = 11m,37 | » » 12m. = 5m,00
	3200	3,39	0,32	1,060	0,100			» » 9 p. = 9m,39 | » » 12 m. = 11m,04 | » » 4 p. = 4m,00
Sezione IV						13,72	1570	
	5630	7,11	1,07	1,268	0,190			Al ponte di Roanne posto 40 chil. a valle di quello di Balbigny.
Diga di Pinay						19,79		
Salto	77		2,92					16 or. 6 p. = 1m,90 | 17 or. 12 n. = 6m,00 | 19 or. 6 a. = 4m,70
	6239	10,32	5,72	1,641	0,910			17 » 7 a. = 2m,93 | 18 » 1 a. = 7m,00 | » » 6 p. = 4m,20
Diga della Roche						21,47		» » 10 a. = 3m,20 | » » 6 a. = 7m,42 | 20 » 12m. = 3m,70
Salto	115		6,00					» » 1 p. = 3m,50 | » » 12m. = 7m,42 | 21 » 6 a. = 3m,20
	2195	1,42	1,39	0,655	0,632			» » 6 p. = 4m,50 | » » 5 p. = 7m,00
A valle						15,50		

PROSPETTO IV.

Calcolo presuntivo della piena straordinaria della Sonna avvenuta nel novembre del 1840, *riferita alla scala idrometrica di Trévoux; e degli effetti che si sarebbero conseguiti colle opere di trattenuta proposte da Poloneeau, nell'ipotesi che arrestassero* 500 *milioni di metri cubici d'acqua.* (Mem. § 35.)

DATA	Altezza sullo zero in metri	Deflusso unitario in metri	Deflusso giornaliero in metri cubici	Altezza ridotta in metri	Abbassamento in metri	Deflusso ridotto in metri cubici	Quantità tratteuuta parziale in metri cubici	Quantità tratteuuta totale in metri cubici
Ottobre. 25	1,30	354	30 585 600					
26	1,67	459	39 657 600	1,60	0,07	37 865 421	1 792 179	
27	2,14	607	52 420 658	2,00	0,14	48 471 264	3 949 394	
28	2,48	724	62 486 776	2,30	0,18	57 063 769	5 423 007	
29	3,18	989	85 428 600	2,60	0,58	66 203 238	19 225 362	
30	4,50	1584	136 857 600	3,50	1,00	96 903 344	39 954 256	286 281 845
31	5,35	2032	175 564 800	4,20	1,15	124 184 672	51 380 128	
Novembre 1	5,85	2317	200 188 800	4,60	1,45	141 115 826	59 072 974	
2	6,22	2538	219 283 200	5,10	1,12	163 651 455	55 631 745	
3	7,02	3043	262 915 200	6,10	0,92	213 062 400	49 852 800	
Piena massima 4	7,55	3400	293 760 000	6,75	0,80	247 881 600	45 878 400	
5	7,48	3348	289 267 200	6,80	0,68	250 646 400	38 620 800	
6	7,15	3130	270 432 000	6,60	0,55	238 809 600	31 622 400	145 358 000
7	7,07	3076	265 756 400	6,55	0,52	236 520 000	29 236 400	
8	6,92	2979	257 385 600	6,50	0,42	234 230 000	23 155 600	
9	6,69	2831	244 598 400	6,40	0,29	228 873 360	15 725 040	
10	6,45	2680	231 552 000	6,25	0,20	220 881 600	10 670 400	
11	6,20	2526	218 246 400	6,05	0,15	210 470 400	7 776 000	
12	5,95	2376	205 286 400	5,85	0,10	200 231 640	5 054 760	68 316 703
13	5,73	2247	194 140 800	5,65	0,08	190 209 600	3 931 200	
14	5,55	2144	185 241 600	5,52	0,03	183 738 300	1 503 300	
15	5,60	2173	187 747 200	5,59	0,01	187 246 097	501 103	
16	5,56	2150	185 460 000					499 956 548
17	5,62	2184	188 697 600				Si aggiunge la differenza . .	43 452
							Sommano . . .	500 000 000

PROSPETTO V.

Calcolo presuntivo della piena della Sonna avvenuta nel gennajo e febbrajo 1850, giusta i prospetti pubblicati dalla Commissione idrometrica di Lione; e degli effetti che si sarebbero conseguiti colle opere di trattenuta, supposto che arrestassero 500 milioni di metri cubici d'acqua. (Mem. § 35.)

DATA	Altezza sullo zero in metri	Deflusso unitario in metri cubici	Deflusso giornaliero in metri cubici	Pioggia caduta sull'intero bacino in metri cubici	Altezza ridotta in metri	Abbassamento in metri	Deflusso ridotto in metri cubici	Quantità trattenuta parziale in metri cubici	Quantità trattenuta totale in metri cubici
Genn. 26	1,70	468	40 425 721	287 851 000					
27	2,05	577	49 865 364	15 972 000	1,90	0,15	45 728 612	4 136 722	
28	2,35	678	58 549 030	. . . . .	2,10	0,25	51 274 658	7 474 372	
29	2,65	785	67 779 661	162 326 000	2,30	0,35	57 063 769	10 715 892	
30	3,32	1046	90 369 486	68 179 000	2,90	0,42	75 889 687	14 479 813	
31	3,50	1122	96 903 344	17 358 000	2,90	0,60	75 889 687	21 013 657	
Febbr. 1	3,60	1165	100 618 342	274 612 000	2,90	0,70	75 889 687	24 728 655	
2	3,85	1276	110 151 735	217 072 000	3,10	0,75	82 651 077	27 500 658	315 403 370
3	4,10	1391	120 105 031	99 616 000	3,20	0,90	86 122 981	33 982 050	
4	4,40	1535	132 526 285	22 435 000	3,50	0,90	96 903 344	35 622 941	
5	4,62	1641	141 982 824	70 152 000	3,60	1,02	100 618 342	41 364 482	
6	4,80	1736	149 929 787	220 297 000	3,70	1,10	101 376 000	45 553 787	
7	5,00	1841	159 009 656	61 286 000	3,85	1,15	110 179 315	48 830 341	
8	5,27	1981	171 640 965	24 521 000	4,20	1,07	121 181 672	47 456 293	
9	5,45	2088	179 325 256	49 797 000	4,50	0,95	136 778 148	42 547 108	
* 10	5,48	2105	181 771 628	21 645 000	4,65	0,83	143 302 063	38 469 565	182 194 681
11	5,37	2043	176 131 659	44 959 000	4,80	0,57	149 929 787	26 501 872	
12	5,15	1922	165 972 354	222 188 000	4,75	0,40	147 709 014	18 263 310	
13	4,90	1788	154 444 834	132 718 000	4,70	0,20	145 488 301	8 956 533	
14	4,68	1675	144 611 932	9 269 000	4,65	0,03	143 300 200	1 311 732	
15	4,30	1491	127 978 943	188 982 000	4,28	0,02	127 220 089	758 854	2 392 103
16	4,02	1353	116 885 075	30 936 000	4,012	0,008	116 561 558	321 517	
17	3,90	1298	112 127 960	. . . . .	. . .				199 990 154
18	3,80	1253	108 230 670	. . . . .	. . .			Si aggiunge la differenza . .	9 846
19	3,68	1200	103 634 100	. . . . .	. . .				
20	3,55	1143	98 753 217	. . . . .	. . .			Somman. .	500 000 000

Annesso alla Nota (C).

PROSPETTO (*X*)

dimostrante la copia delle acque dei seguenti fiumi nei diversi loro stati, in relazione all'estensione del rispettivo bacino.

Numero progressivo	Nome del fiume	Superficie del bacino in chilometri quadrati	Deflusso unitario in metri cubici				Rapporto col modulo		Strato d'acqua sull'intero bacino equivalente al deflusso annuale	Per ogni 100 chilom q.ti deflusso unitario		
			Medio o modulo	In piena massima	In magra massima assoluta	In magra massima annuale	Della piena massima	Della magra massima annuale		di magra massima		di massima piena in m. c.
										assoluta	annuale	
									m.	m. c.	m. c.	
1	Rodano ad Arles.	92700	1718	10000	600	700	5,82	0,407	0,584	0,644	0,755	10,79
2	Po a Pontelagoscuro . .	69382	1720	6254	214	651	3,64	0,375	0,781	0,308	0,938	9,01
3	Garonna a Marmande . .	51940	659	7700	37	102	11,69	0,152	0,401	0,071	0,197	14,83
4	Sonna a Trévoux	30670	432	3400	22	55	7,87	0,125	0,442	0,072	0,179	11,08
5	Ticino.	6271	305	1800	72	106	5,90	0,348	1,534	1,148	1,691	28,71
6	Tevere a Roma	16725	292	1713	160	185	5,86	0,633	0,551	0,957	1,108	10,25
7	Senna a Parigi.	44375	250	1800	75	114	7,20	0,456	0,186	0,169	0,257	4,05
8	Adda lacuale	4330	187	800	23	34	4,28	0,182	1,313	0,531	0,785	18,48
9	Mincio.	2044	77	139	35	55	1,80	0,714	1,188	1,712	2,696	6,81
10	Oglio lacuale e Cherio . .	1915	75	320	20	36	4,27	0,480	1,235	1,044	1,875	17,63
11	Eure influente della Senna	5700	16	90	8	10?	5,62	0,625	0,088	0,140	0,175	1,57
12	Alta Loira a Roanne. . .	6400	?	7300	5	10	?	?	?	0,078	0,156	114,06

NB. Per le piene massime di afflusso dei fiumi lacuali della Lombardia il numero dell'ultima colonna converrebbe moltiplicarlo

rispetto al Ticino per	3,4,	risultando così		97,61
» all'Adda »	3	»	»	55,44
» all'Oglio »	2	»	»	35,26
» al Miocio »	5,75	»	»	39,16

METODO FACILE ED ECONOMICO DI COSTRUIRE MACCHINE ELETTRICHE MOLTO POTENTI.

NOTA

DI LUIGI MAGRINI

(CON TRE TAVOLE)

Letta nell'adunanza del 20 novembre 1856.

Dapertutto i fisici vanno *provando* e *riprovando* di scoprire nuovi fenomeni, che porgano luce sulla natura della elettricità e sulle sue relazioni cogli usi della vita. Anco le persone che non professano la scienza seguono oggi con vivo interessamento i suoi progressi meravigliosi. In vero, non avvi cosa più atta di questa ad attirare una seria attenzione, o si voglia considerare speculativamente questi fenomeni quasi universali, o si cerchi utilizzarli nelle applicazioni dell'industria.

La cura avuta dai naturalisti d'inventare nuove macchine, e ridurre le antiche a maggior perfezione, ha certamente contribuito a renderne rapidi gli avanzamenti.

L'azione della elettricità atmosferica è troppo grandiosa, spaventevole, improvisa, per poterne studiare gli effetti naturali all'atto della loro produzione: e sovente torna impossibile contrassegnare le impronte dell'elemento struggitore.

Per lo contrario, l'azione della elettricità artifiziale, sviluppata dalle macchine ordinarie, genera effetti così minuti, da sfuggire ai nostri sensi grossolani; e rimangono forse indistinti quei risultati che potrebbero servire alla coordinazione dei fenomeni conosciuti.

Ne viene la necessità di soccorrere alla debolezza de' nostri organi, e por mano a macchine potenti, che alla maggior perfezione e semplicità uniscano l'economia della spesa, acciò si rendano comuni; essendo evidente potersi conseguire tanto più presto lo scopo delle ricerche, quanto più si estende il numero degli sperimentatori, cui si concede l'uso di strumenti efficaci.

Il desiderio pertanto di ottenere colla elettricità artifiziale effetti grandiosi, che si avvicinino il più possibile ai fenomeni atmosferici, indusse altre volte i fisici a studiare il modo di costruire, con modica spesa, macchine elettriche della massima attività. Avendo appreso dall'esperienza, che aumentandosi la superficie del corpo strofinato, si accumula (sebbene non nella stessa proporzione) in pari tempo, quando sieno eguali le altre circostanze, una maggior copia di elettrico nel conduttore, si diedero essi a formare macchine con più globi o dischi, che poi si abbandonarono perchè troppo complicate, difficili a maneggiarsi, e scarse dei buoni effetti che si volevano conseguire.

Devesi per altro (riguardo alla efficacia) fare eccezione per la grande macchina del dottore olandese Martin Van-Marum, appartenente al Museo di Tayler in Harlem: essa è formata con due dischi di cristallo, ciascuno avente il diametro di cinque piedi

(164 centimetri), in un solo pezzo, e giranti entrambi sul medesimo asse, alla distanza intermedia di sette pollici (circa 20 centimetri). Ma ben pochi fisici potrebbero incontrarne la grave spesa, col rischio di perderla alla prima inavvertenza: giacchè di leggieri può accadere che uno specchio di tale grandezza si spezzi nel lavoro del perimetro, della pulitura, del foro centrale, e nell'uso medesimo, per qualche fortuita spinta. Epperò Van-Marum non ha trovato imitatori nella costruzione del suo potentissimo apparato.

Esistono per altro negl'Istituti politecnici di Vienna e di Londra poderose macchine elettriche ad un solo disco; ma i loro effetti, comunque straordinarj, non si rendono ancora così cospicui come quelli della macchina a due dischi del fisico olandese.

Un celebre pittore veneziano, Francesco Maggiotto, che coltivava con amore le fisiche discipline, nell'anno 1781 costruiva una macchina elettrica ad un solo disco formato di più pezzi. Questo metodo apparve certo il più comodo, il meno dispendioso, e il solo che permetta straordinarie dimensioni. Il Maggiotto adattava ad una ruota di legno otto pezzi di cristallo, ma in modo ancor troppo complicato, incerto, pericoloso.

Altri, dopo di lui, sonosi dati a fabbricare macchine consimili, le quali però andavano soggette a continue fratture (con sommo rischio degli astanti), accagionate dalla forza centrifuga che acquistavano gli specchi nel moto di rotazione.

L'abate professore Dal Negro sino dall'anno 1791 apprestava in Venezia un apparato, superiore in grandezza a tutti gli altri di questa forma, congegnando i cristalli componenti il disco, del diametro di quattro piedi e mezzo, in una maniera molto più stabile e sicura.

Dieci anni fa abbiamo anche noi fatto costruire una macchina elettrica sullo stesso principio, introducendovi però le modificazioni ed i perfezionamenti che i progressi della scienza dovevano suggerirci: essa forma parte della suppellettile scientifica dell'I. R. Ginnasio Liceale di Porta Nuova a Milano.

Nel centro della travatura di un ampio tavolato giacente sul suolo del gabinetto s'impiantano sei colonne di vetro in due file, tre per ciascuna fila, grosse quattro, alte cinquanta centimetri, comprese le porzioni incassate negli zoccoli di legno. Esse portano una solidissima intelajatura quadrilunga di noce, ad angoli smussati, che serve di basamento a tutto l'apparato.

Tre sostegni isolatori s'ergono sul detto basamento, a distanze fra loro eguali, e coi loro assi nella direzione della retta che divide per metà la sua lunghezza. Ogni sostegno è costituito da un fascio di quattro cilindri massicci di vetro, aventi il diametro di due e l'altezza di novanta centimetri. S'internano essi con una estremità in uno zoccolo di legno fermato a vite sul telajo, e coll'altra estremità in un guanciale pur di legno. I tre guanciali fanno l'uffizio di fulcri, sui quali posano gli assi di due dischi, destinati a svolgere l'elettrico mediante acconci strofinatori.

Ciascun disco si compone di otto lastre di cristallo fermamente unite ad una ruota di legno: il diametro è di centosettanta centimetri, compresa la ruota concentrica, che ha per raggio trentadue centimetri: cosicchè la larghezza della zona di cristallo soggetta allo strofinamento passa i cinquanta centimetri.

La ruota ha due facce: l'una di un solo pezzo, che porta nella sua grossezza otto incassature, per ricevere e fissare l'estremità delle lastre, le quali riunite devono formare il disco completo. La faccia opposta si divide in otto pezzi, che si raccomandano alla prima faccia con viti di pressione. Si noti che le incassature si rivestono internamente di pelle, onde possano i cristalli esservi bene applicati e compressi, senza pericolo che si spezzino: esse servono ottimamente ad impedire eziandio che nel moto di rotazione i cristalli declinino da alcuna parte; e ad oggetto di reagire efficacemente contro la forza centrifuga e ottenere la massima fermezza, ha ciascheduno dei cristalli un foro circolare, in corrispondenza di quello della ruota, per ricevere le anzidette viti di pressione.

Alla periferia di ogni disco e ad ambedue gli spigoli di ogni cristallo vi sono degli incavi semicircolari, che, posti fra loro a contatto, formano otto fori rotondi, onde con viti d'avorio, guarnite di pelle, stringere i vetri in guisa che non si sbiechino, obbligandoli tutti a starsene in un solo piano.

Si ottiene lo stesso intento in modo meno elegante, ma più economico, più spedito e non meno efficace, applicando alla periferia del disco, nei punti ove i cristalli si toccano spigolo con spigolo, delle morsette piatte di rame, che si fissano con mastice.

Prima di lavorare i cristalli conviene esaminarli con accuratezza, per vedere se sieno atti a caricarsi tutti egualmente, avendo l'esperienza fatto conoscere che alcune specie di vetro godono la proprietà deferente, per modo di rendersi del tutto inetti alla carica. In generale, gli specchi di cristallo fino e di vetro bianco sono pigri all'azione elettrica, e si elettrizzano debolmente. Riescono eccellenti gli specchi verdastri tendenti al giallognolo, fabbricati a Venezia: si caricano essi prontissimamente e con molto vigore.

Per essere certi della bontà dei vetri non basta una buona composizione: è necessario che le paste sieno perfettamente cotte, abbiano cioè subíta quella elevata temperatura che rende la fusione completa; essendo provato che in siffatta guisa il vetro riesce più consistente, e meno conduttore del principio elettrico. Devesi infine avere riguardo alla seconda cottura dei cristalli, che si eseguisce nelle stufe vetrarie. Un cristallo lasciato poco tempo nella stufa, od appena tolto dalla fornace esposto all'atmosfera, si raffredda più presto alla superficie che nell'interno della massa: ne deriva una disuguaglianza nell'aggregazione delle molecole, la quale rende il vetro fragilissimo e poco atto alla carica. Alla efficacia de' nostri vetri contribuisce molto anche la maggiore o minore grossezza dei medesimi. Lo sperimentatore potrebbe nuocere agli effetti col preferire i cristalli più grossi. La ragione sta in ciò, che un vetro quanto più è sottile, tanto più agevolmente si riduce nella stufa ad una eguale struttura.

Nelle macchine comuni, anche recentissime, che vengono dalle fabbriche estere più rinomate, lo strofinatore si compone di quattro cuscinetti, due sopra e due sotto, contrapposti l'uno all'altro, e stringenti il vetro frammezzo, nella direzione del diametro verticale. Nessuno ignora che sogliono formarsi con un pezzo di cuojo attaccato nel suo contorno ad una lamina di legno, tenuto su d'una massa di crini di cavallo, o di una pezza di pannolano, affinchè sia cedevole ed elastico, e mantenuto contro il disco da una molla. Per eccitare meglio l'elettricità si ricopre generalmente il cuojo di un'amalgama, composta con una parte di stagno, una di zinco, e due di mercurio: noi abbiamo trovato utile impiegare anche il bisolfuro di stagno.

Inoltre, dappoichè si rese aperto essere giovevole il sopprimere due cuscinetti anche pei dischi di grande diametro, lo strofinatore della nostra macchina fu ridotto ad una sola coppia di cuscinetti per ogni disco. Pare che i costruttori viennesi sieno stati i primi ad approfittare di questa osservazione; e il maggiore effetto che, a parità di altre circostanze, si ottiene dall'indicata semplificazione, potrebbe attribuirsi al minore riscaldamento che la parte strofinata del disco subisce, in grazia del trapasso di una intera rivoluzione prima di far ritorno ai medesimi cuscinetti: essendo abbastanza conosciuto che il cristallo quanto più si scalda, tanto più perde della sua coibenza.

Sulla intensità della carica influisce anche la forma e la grandezza dei cuscinetti. In seguito a reiterate prove abbiamo adottato la forma di un triangolo mistilineo, avente un lato rettilineo orizzontale, colla lunghezza di trenta centimetri, e gli altri due lati curvilinei, l'uno convesso (l'esterno parallelo alla circonferenza del disco), corrispondente alla corda di ottanta centimetri; l'altro concavo (l'interno), corrispondente alla corda di sessantotto centimetri: esso per conseguenza comprende una superficie di circa mille centimetri quadrati. È collocato in modo che il lato o la base orizzontale trovasi in alto, quasi all'altezza dell'asse di rotazione, e il vertice in basso; cosicchè la zona di cristallo trascorre per entro lo strofinatore dalla base al vertice.

Ciascun disco gira sul proprio asse indipendentemente dall'altro, ed è munito di manubrio, isolato dalla ruota per mezzo di un bastone di vetro grosso tre e lungo sessanta centimetri. Merita perciò di essere notato, che in grazia di tale disposizione si può far agire la nostra macchina e con un solo disco e con ambedue ad un tempo, secondo il bisogno; il che torna utile in molti casi, e mai sempre comodissimo. La famosa macchina di Harlem mancava di siffatta prerogativa.

Ogni strofinatore è sostenuto da una colonna di vetro grossa tre, alta sessanta centimetri; ma possono ambedue mettersi facilmente in buona comunicazione fra loro e colla terra.

La macchina è munita di due conduttori: l'uno per ricevere l'elettricità negativa dai cuscinetti; l'altro, munito di punte disposte alla periferia di quattro piccoli anelli di legno, per raccogliere l'elettricità positiva dai dischi di vetro. Ciascun conduttore consiste in una sfera dorata di legno, col diametro di trenta centimetri; ed in un anello circolare pur di legno dorato, colla grossezza di quattro e col diametro interno di novanta centimetri, il quale per mezzo d'un gambo s'impianta nella sfera medesima.

Ogni sfera col proprio anello viene sostenuta da una colonna di vetro, grossa tre, alta novantacinque centimetri.

Non è superfluo osservare, che il sostegno s'interna nella sfera per quattro centimetri incirca; e attorno il foro che lo riceve, la sfera presenta un'ampia cavità, ad oggetto d'impedire il contatto tra la sua esterna superficie, ove si accumula l'elettrico, e la colonna medesima. Tale pratica si riconobbe vantaggiosissima, specialmente nelle forti tensioni, perchè rende minore la fuga pei sostegni.

La forma di anello data al conduttore secondario non è capricciosa. I conduttori cilindrici delle macchine ordinarie hanno lo scapito di spingere l'elettrico preferibilmente alle loro estremità, ove, arrivando presto al massimo di tensione, si dissipa nell'aria l'elemento che continua a svilupparsi: l'apparato perciò raggiunge il massimo della

carica con poca elettricità. Simile inconveniente non può accadere quando il conduttore rientrando in sè stesso non presenta più estremità libere, imperciocchè il fluido si distribuisce allora più uniformemente in tutti i punti della periferia dell'anello. In tal modo il conduttore, a pari superficie, aumenta la sua capacità per l'elettrico, e la scarica riesce più poderosa.

Nella formazione dei conduttori si è preferito il legno al metallo per due ragioni: 1.° perchè a parità di altre circostanze riesce maggiore l'intensità della carica sulle foglie d'oro che inviluppano il legno; 2.° perchè i conduttori di legno sono molto meno dispendiosi che quelli di ottone.

La superiorità dei conduttori di legno coperti di foglie metalliche, in confronto dei conduttori affatto metallici, è messa fuori di dubbio da una moltitudine di esperimenti.

Dobbiamo aggiugnere che è di somma importanza inverniciare con gomma lacca non solo gl'isolanti, ma eziandio i conduttori di qualunque materia e in qualunque modo si formino; essendo notissimo che alla superficie levigata, sia di vetro sia di metallo, aderiscono i vapori acquei esistenti nell'atmosfera, e si condensano sulla medesima assai più che sulle vernici resinose, le quali per conseguenza ci rendono meno imperfetto l'isolamento dei sostegni, e guarentiscono meglio i conduttori dal disperdimento dell'aria. Pare che l'elettrico, dopo essersi uniformemente distribuito sulla superficie metallica, vi resti quasi imprigionato fra il legno secco e la vernice, finchè gli si offre un buon veicolo per propagarsi e disperdersi nel serbatojo universale.

È bene avvertire che per assicurarsi de'buoni effetti fa duopo inverniciare conduttori e sostegni più volte, sicchè rimangano lisci e senza la menoma scabrosità. In luogo del taffettà con cui solitamente il cristallo si tiene in parte coperto, abbiamo sostituito la gomma vulcanizzata; e ciascuno de'due dischi della macchina trovasi nella metà inferiore avvolto in un sacco di detta gomma; di modo che la parte strofinata della superficie vitrea non può da verun lato trasmettere all'aria l'elettrico prima di arrivare in faccia alle punte metalliche del conduttore principale.

La macchina descritta è sussidiata da una batteria, la cui superficie armata comprende duecento cinquanta decimetri quadrati. Non è senza importanza il fatto, che per ottenere da essa macchina il massimo e più utile effetto, gli strofinatori non devono porsi in comunicazione colla terra, come si pratica comunemente, ma coll'armatura interna di detta batteria. In siffatta guisa, nel tempo che la batteria si carica di elettricità negativa, ampie e rumorose spiccano le scintille dal conduttore positivo. Cosicchè, mentre ci è dato studiare gli effetti cospicui di queste scintille, possiamo approntare un condensatore, metterlo cioè in condizione di produrre colla scarica, non solo i più grandiosi e interessanti fenomeni ottenuti da Van-Marum, ma parecchi altri che, per quanto a noi consta, non furono prima avvertiti, e la esposizione dei quali formerà il soggetto di altre comunicazioni.

Spiegazione delle Tavole rappresentanti la macchina elettrica a due dischi esistente nel gabinetto di fisica dell' I. R. Ginnasio Liceale di Porta Nuova in Milano, costrutta secondo i suggerimenti del prof. Luigi Magrini.

TAVOLA III.

Pianta della macchina veduta dall' alto.

A B C D Tavolato giacente sul suolo del gabinetto.

E F G H Intelajatura di noce cogli spigoli smussati, sostenuta da sei colonne di vetro massiccio, piantate in due fila sulla travatura centrale di detto tavolato, tre per ciascuna fila, come vedesi nella Tavola seconda.

a a a Zoccoli, in ciascuno dei quali s'impianta un fascio di quattro cilindri massicci di vetro, che servono da sostegni isolatori.

b b b Guanciali di legno applicati all' estremità superiore di detti fasci, per servire di fulcri agli assi di rotazione de' due dischi.

cd, cd Ruote di legno a due facce, l' una di un solo pezzo con incassature; l'altra di otto pezzi da applicarvisi con viti di pressione, in guisa di tenere bene uniti altrettanti cristalli costituenti la zona soggetta allo strofinamento.

LM, LM Armature di legno contenenti i pettini metallici che servono a trasfondere l' elettricità dai dischi o dalle zone strofinate alla

N Sfera di legno dorato ed al sovrapposto anello pur di legno dorato.

O, O Zoccoli di legno per servire di base a due coppie di strofinatori, in buona comunicazione con altra sfera simile alla suindicata *N*, ed essa pure fornita di un anello.

P, P Manubrj di legno connessi coi

Q, Q Bastoni di vetro sostenuti orizzontalmente da

R, R Piedritti di noce solidamente stabiliti sopra

efgh, efgh Sgabelli di legno, praticabili mediante

S, S Scalette pure di legno.

T Sfera metallica in appendice a quella di legno dorato.

U Zoccolo, su cui poggia una colonna di legno sostenente un

lm V Conduttore metallico, che da una banda termina con una sfera *U* del pari metallica, e dall'altra banda con un

l n o Matraccio di vetro.

Una catenella di ottone dal suindicato conduttore *l m V* trasmette al suolo la scintilla che scatta fra *U* e *V*.

z, z Batteria di Leida in relazione col conduttore positivo.

z z Simile, collo strofinatore.

? ? Batterie addizionali, pei diversi usi della macchina.

TAVOLA IV.

Veduta della macchina sul taglio X Y.
(V. Tavola III.)

NB. Le lettere non accentate indicano le parti già contraddistinte nella Tavola I.

1. 1. 1 Zoccoli di legno, ove s' impiantano le
2. 2. 2 Colonne di vetro, parallele ad altrettante esistenti in una seconda fila, che nel disegno resta occultata.
3. *a*. 4 Zoccoli di legno che portano rispettivamente gli
4. 5. 6 Isolatori, il 5 essendo costituito da un fascio di quattro cilindri di vetro, di cui si è già tenuto parola.
a' b' c' d' Strofinatore portato dall'isolante 6.
7 Bastoncino di vetro, che sostiene a una estremità il
e' f' g' Sacchetto di gomma vulcanizzata, infisso coll'altra estremità nel lembo dello strofinatore medesimo.
h' Isolatore delle sfere *N'*, *T'*.
8. 8 Cilindri di legno dorato, che portano gli
9. 9 Anelli pure di legno dorato, veduti di fianco.
10.10.10... Viti, o morsetti d'avorio guarniti di pelle, onde stringere i pezzi di cristallo costituenti la zona da strofinarsi, e obbligarla a tenersi in un solo piano.
11. Colonna di noce sostenente lo scaricatore *l m V*, per cui l'elettrico, mediante la
ll' Catenella di ottone, passa nella terra.
12. 12. Piedestalli cavi di legno, sui quali poggiano le batterie *z*, Σ.

TAVOLA V.

Veduta della macchina sulla fronte A D.
(V. Tavola III.)

NB. Le lettere e i numeri di questa Tavola, esistenti anche nelle due precedenti, accennano alle stesse parti, ivi già contraddistinte: epperò qui si ha solo d' aggiugnere i numeri 13. 14. 15, indicanti una catenella d'ottone, la quale stabilisce il contatto tra il conduttore positivo della macchina e le armature interne della batteria *Z*.

SOPRA ALCUNI EFFETTI DELLA SCARICA, CHE DANNO INDIZJ DI TRASPORTO DELLE MOLECOLE DEI CONDUTTORI.

NOTA

DI LUIGI MAGRINI

Letta nell'adunanza del 5 gennajo 1858.

In una adunanza dello scorso anno accademico vi dicevamo, onorevoli colleghi, come per mezzo della poderosa macchina da noi fatta costruire pel gabinetto del cessato Liceo di Porta Nuova, ci ponessimo in condizione non solo di riprodurre colla scarica i più cospicui fenomeni ottenuti da Van-Marum, ma di generarne eziandio parecchi altri, che, per quanto ci consta, non furono prima avvertiti.

Nell'adunanza 5 agosto 1847 rendevamo consapevole questo Corpo accademico dei risultamenti di alcune esperienze eseguite appunto colle batterie di detta macchina; esperienze dirette a contrassegnare sui conduttori, che trasmettono le scariche di coibenti armati, divisioni in parti eguali o multiple, quasi vi si formassero linee nodali e centri di scuotimento. Cotali risultamenti formarono il soggetto di una lunga ed animata discussione tenutasi nella nona Riunione degli scienziati italiani in Venezia: Memoria e discussione che il *Giornale* di questo I. R. Istituto inserì nel tomo III della nuova serie.

Altri effetti, più tardi ottenuti, daranno materia a parecchie Memorie: l'odierna ne contiene alcuni, abbastanza importanti per meritare di essere studiati.

Nella figura 1.ª, 2.ª, 3.ª e 4.ª della tavola IV, *A* rappresenta una sfera cava di ottone col diametro di circa 12 centimetri, che fa parte del conduttore positivo della macchina; *B* altra simile sfera terminante lo scaricatore od eccitatore *CS*, pure di ottone, sostenuto da *FG*, colonna di noce poggiata sul suolo; *CD* matraccio di vetro a lungo collo, che serve di appendice all'eccitatore, onde questo possa essere allontanato od avvicinato alla macchina, senza pericolo di ricevere la scossa; *ET* catena metallica destinata a stabilire una buona comunicazione fra l'eccitatore e la terra.

1.° *Fenomeno.* — Quando l'apparato si dispone nel modo espresso dalla figura 1.ª, quando cioè la catena giace fra il conduttore della macchina e la colonna di legno, e le due sfere si trovano alla distanza di 28 a 30 centimetri, la scarica, in condizioni atmosferiche favorevoli, ha luogo sotto la forma *X* di un getto a zig-zag, assai fragoroso e splendente di luce bianco-giallognola.

2.° *Fenomeno.* — Tolta la catena, la scarica, a parità delle altre circostanze, si effettua, come rappresenta la figura 2.ª, sotto l'apparenza *Y* di un getto a tronco di cono, alquanto meno fragoroso e splendente di luce purpurea.

3.° *Fenomeno.* — Se la catena si colloca al di fuori, ossia a destra della colonna, come lo indica la figura 3.ª, all'atto della scarica compariscono simultanei i precedenti due getti *X*, *Y*, e secondo la disposizione offerta dalla figura medesima.

4.° *Fenomeno.* — Nel caso in cui la catena si attacchi sul collo del matraccio e alla distanza di 12 a 15 centimetri dalla estremità *C* dell'eccitatore, come si vede tracciato nella figura 4.ª, si hanno, a parità delle altre circostanze, oltre i due getti simultanei *X*, *Y*, altri tre getti: due esterni fra *C* ed *E*, de' quali l'uno lambisce la superficie del vetro, e l'altro s'innalza di qualche centimetro serpeggiando con screpio; il terzo consiste in uno splendido e bianchissimo lampeggiamento, che si manifesta nell'interna capacità e per tutta la estensione del matraccio.

È notabile che in tutti questi casi l'elettrometro scende a zero nell'atto della scarica, la quale si effettua ad eguale tensione nelle tre prime circostanze, e nell'ultima richiede od una tensione alquanto più elevata, od un ravvicinamento di alcuni centimetri delle due sfere.

Fa duopo altresì avvertire che gl'indicati fenomeni domandano condizioni atmosferiche che non sono frequentissime nel nostro clima, ma che più d'ordinario s'incontrano in due epoche dell'anno: da novembre a tutto gennajo, dagli ultimi giorni di maggio a tutto luglio. Nè basta la siccità dell'aria per portare la macchina alla sua maggiore efficacia: vi contribuisce la qualità del vento e il grado di temperie. Più volte al massimo di siccità e di calore ottenni effetti debolissimi, spirando il vento di levante e quello di ponente; mentre con un'aria meno secca ne ottenni di assai vigorosi colle correnti boreali. Egli è poi notissimo che, ad onta del buon vento, le azioni elettriche infievoliscono se, per lunga completa siccità, la terra si rende soverchiamente asciutta: giacchè diventando perciò meno atta a versare il moto elettrico nello strofinatore, anche questo vien meno nel suo uffizio di eccitarlo o propagarlo nel disco; inconveniente che per altro si evita ponèndo lo strofinatore in buona comunicazione colla terra costantemente umida.

Ecco dei fatti che domandano una interpretazione, certo malagevole a farsi rettamente, attenendosi essa alla causa tuttora oscura dei cambiamenti di colorito che subisce la luce elettrica, secondo le vicissitudini atmosferiche e secondo la natura delle sostanze che incontra nel suo passaggio.

A prima giunta le varie apparenze della scintilla da me avvertite, potrebbero attribuirsi alla diversa conduttività dello scaricatore, vale a dire alla diversa resistenza che il moto elettrico incontra nel trasfondersi per la terra, seguendo nel primo caso la via metallica, e nel secondo percorrendo le fibre legnose. Ma considerando che nell'atto della scarica l'elettrometro in entrambi i casi scende a zero, si trova insussistente l'ipotesi, che il legno possa arrestare nel suo corso una porzione sensibile di elettricità.

Il fatto espresso dalla figura 3.ª induce ad ammettere la scarica effettuarsi per mezzo di due correnti simultanee, l'una condotta dal metallo, l'altra dal legno. Con ciò per altro non si spiega, si traduce il fatto, restando tuttavia d'assegnarsi la causa efficiente la specialità della forma e del colorito.

Il lampeggiamento poi, che si manifesta nell'ultimo caso, avvegnachè possa considerarsi qual effetto di un contraccolpo, ossia di una violenta attuazione sull'interna superficie del matraccio, dovuta al moto elettrico propagantesi per l'esterna superficie del me-

desimo, tuttavia non si concepisce abbastanza chiaramente com'esso possa aver luogo, sussistendovi internamente l'aria, la quale, in grazia della sua coibenza, parrebbe dovesse opporsi alla fuga della elettricità attuata, che sembra la cagione di quel lampeggiare.

E quindi crediamo più probabile che alla produzione degl'indicati fenomeni intervenga un trasporto di molecole ponderabili, che per l'azione dell'elettricità vengono separate in parti sommamente esigue, e possono essere ridotte fors'anco allo stato di etere. Quelle molecole si staccano e dal conduttore e dall'eccitatore a un tempo, e con infinita velocità si vanno ad incontrare, si urtano, talvolta si combinano e si rendono incandescenti con vario colorito, secondo che procedono dai metalli, dal legno, o dal vetro, o da tutti questi corpi insieme.

Ambrogio Fusinieri fu il primo ad osservare che non accade mai che scatti una scintilla da un conduttore metallico senza che essa divelga, e per così dire involi una porzione di metallo in istato di polvere prodigiosamente sottile, che verrebbe (come pensava quel fisico) a costituire la massa della scintilla medesima. Invero, se molte scintille cadono da un globetto d'oro sopra una lamina d'argento, si vedono in questa delle macchie dorate, e tanto di rincontro al globetto d'oro, quanto dal lato opposto.

Da ciò dobbiamo inferire, che all'atto dello scoppio le particelle d'oro si scagliano con tale veemenza che, perforata la lamina d'argento, tragittano dall'altra banda, anzi vi si trova colpita la stessa palla dello scaricatore. Ma queste macchie sono poi di tal fatta, ossia la materia che le produce viene ridotta a tale stato di estrema tenuità, che non ha, per così dire, coesione che la rattenga: e le macchie risultanti vaporano e si dileguano in breve.

Egli è noto che, se sopra una lamina di vetro si pone una medaglia, e sopra questa si fa cadere la scintilla elettrica, tolta la medaglia ed alitando sulla lamina, si vede comparire su di essa l'immagine della medaglia. Chi non troverà assai probabile essere anche questo un fenomeno di trasporto?

Ora, se la scintilla ha vario colore, secondo la natura dei conduttori tra' quali si fa balenare; se l'eccitatore prima della scarica si elettrizza per influenza, e diventa pur esso sorgente di elettricità; se, fatta scattare la scintilla tra due palle, l'una d'oro, l'altra d'argento, Fusinieri ha dichiarato di avere veduto sull'argento una macchia d'oro, e sull'oro una macchia d'argento: noi siamo indotti ad ammettere, che i fenomeni ottenuti col nostro apparato dipendano da esilissime particelle metalliche, legnose, e vitree, per forza di attuazione elettrica violentemente sottratte all'attrazione molecolare.

Non crediamo che sia perciò necessario di ammettere la esistenza di due opposte elettricità.

Se si concepisce il principio elettrico consistere in una di quelle attività che possono far vibrare gli atomi, in modo che si avvicinino e si allontanino alternativamente fra loro, od anche farli rotare intorno il proprio centro, o subire entrambi questi moti a un tempo e nel recinto della propria molecola; se si concepisce una impulsione vibratoria, eccitata nel mezzo etereo e trasmessa negli atomi ponderabili, poter imprimere tal grado di forza viva, da obbligare le molecole superficiali dei corpi ad uscire dalla sfera di attività del principio attrattivo: si comprende che il sistema molecolare può essere perturbato in varj modi, e con tanta violenza, da riscaldare i corpi, fonderli e volatilizzarli.

separarli ne' loro elementi, e forse dividere gli stessi atomi in una infinità di parti più minute, attenuare cioè la materia ponderabile, sino a ridurla nello stato di etere.

E allora, per ispiegare le apparenze di correnti contrarie, attribuite dalla vecchia scuola a due diverse elettricità, basterebbe forse ammettere, coll' illustre professore Mossotti, l' azione combinata dell' attrazione fra gli atomi dell' etere che riempie lo spazio e le molecole dei corpi che vi sono immersi, colla mutua ripulsione di detti atomi eterei, non meno che colla ripulsione delle molecole ponderabili fra loro.

Non abbiamo ripugnanza ad ammettere che le molecole superficiali del conduttore positivo della macchina, ciascuna delle quali immaginasi avere intorno a sè aggruppato l'etere a foggia di atmosfera densissima, si trovino sotto l'energiche impulsioni vibratorie degli atomi eterei, e quindi sotto il predominio della loro forza ripulsiva, in guisa di staccarsi dal sistema di cui fanno parte. Non abbiamo ripugnanza ad ammettere che le molecole superficiali dell'eccitatore, spogliate, per l'influsso del conduttore, di una parte del proprio etere, obbediscano e alla loro ripulsione reciproca, prevalente all' attrazione delle proprie atmosfere già rarefatte, e all' attrazione delle densissime atmosfere che circondano le molecole del conduttore: e che per siffatte azioni cospiranti, le molecole dell' eccitatore si stacchino pur esse, e vengano lanciate di rincontro a quelle del conduttore.

Più volte i fisici ebbero occasione di osservare che i corpi delle persone colpite dal fulmine porgevano tracce perfettamente disegnate, rappresentanti l'immagine abbastanza fedele degli oggetti situati in vicinanza. Gli annali della scienza nel registrare tali fatti, li consideravano come fortuite accidentalità, mancandovi ne' tempi addietro ogni elemento di spiegazione. Più che ai fenomeni che ci offre la daguerrotipia, più che alla riproduzione spontanea sovra una superficie levigata della immagine degli oggetti esterni, vale a dire, più che agli effetti di riproduzione che compariscono in assenza d'ogni luce (effetti che i moderni hanno studiato sotto il nome d'*immagini di Moser*), noi crediamo che giovi ricorrere al summentovato trasporto delle molecole ponderabili, appartenenti ai corpi attraversati dalla elettricità, per tentarne l' interpretazione (1).

(1) Riportiamo i principali fatti raccolti dai fisici su questo curioso argomento.

Franklin riferisce nelle sue *Lettere sull'elettricità*, che, mentre un uomo stava in piedi alla porta della sua casa, la folgore colpiva un albero situatogli di fronte. Sul petto di quest'uomo si rinvenne la contro-prova dell'albero fulminato.

La sezione delle scienze fisiche e matematiche al Congresso scientifico di Napoli (anno 1845) registrò ne' suoi atti, che una dama italiana, Morosa di Lagnano, sedula presso a una finestra in occasione di un temporale, provò di repente una violenta commozione, senza soffrire nessun altro effetto molesto: solo si rinvenne perfettamente disegnata sulla sua gamba l'immagine di un fiore, collocato vicino ad essa; e questa singolare impronta vi ha persistito sino al fine de' suoi giorni.

Nella baja d'Armiro, all' entrata dell' Adriatico, trovavasi all'àncora, durante il settembre del 1825, il brigantino *Buon Servo*, quando il fulmine vi è caduto. All'apparire di una burrasca, i marinaj jonj hanno, fra altre abitudini superstiziose, quella d'attaccare un ferro di cavallo all'albero di trinchetto del loro vascello, pratica osservata sul *Buon Servo*. All' atto di quello scoppio un marinajo, Antonio Teodoro di Scarpante, sedeva a piè dell'albero di trinchetto, occupato a racconciare la sua camicia, e venne ucciso sull'istante. Il suo corpo non presentava alcun segno di ferita: si ravvisò solo alle reni l'immagine distinta di un ferro di cavallo, che offriva le stesse dimensioni di quello inchiodato all'albero.

Alla stessa epoca, un altro brigantino appartenente al dottore Micalopulo venne percosso dal fulmine nella rada di Zante, e il marinajo, che dormiva alla prua, fu estinto da una scarica atmosferica. Spogliatolo, si trovò impresso sul suo petto un magnifico numero 41. Tutti i suoi compagni assicuravano di non avere giammai veduto sul di lui corpo simile impronta. D'altronde, questo n. 41 era identico per le sue dimensioni al numero di metallo attaccato ad uno degli attrezzi del bastimento, e che si trovava sul cammino del fulmine.

Secondo i suesposti principj, il calorico sviluppato nella scarica sarebbe pertanto una conseguenza del tremito vibratorio, del disgregamento delle molecole superficiali; e la luce concomitante avrebbe qualche analogia colle scintille che scattano all'urto dell'acciajo contro la selce.

« Ogni disturbo dell'equilibrio molecolare (dice Mossotti) deve trarre con sè la rottura dell'equilibrio dell'etere, e quindi uno sviluppo di elettricità e di calorico, de' quali l'etere può fare le funzioni: viceversa, ogni mutamento di stato elettrico e di temperatura deve dare origine ad un'alterazione nello stato delle molecole del corpo. Il passaggio da uno stato all'altro deve, per la natura dell'equilibrio stabile cui le molecole tendono sempre ad essere ricondotte, effettuarsi per una serie di rapidissime oscillazioni, tutte di un'ampiezza infinitamente piccola, tutte cioè limitate fra distanze insensibili ».

Con tutto ciò le forze attrattive e ripulsive, di cui devono essere dotati gli atomi di etere e le molecole ponderabili per eccitare quelle vibrazioni, sono di una intensità maravigliosa, sono di una grandezza superiore ad ogni nostro concetto, sono espresse, colle nostre unità usuali, da un numero sterminato di cifre.

Cessa per altro la sorpresa quando si consideri, che le ondulazioni luminose ed elettriche si propagano alla distanza di più di duecento mila miglia in un minuto secondo: cessa la sorpresa quando si consideri che la quantità di moto elettrico che si sviluppa

L'impronta dunque formata sul corpo del marinajo, era la riproduzione di un oggetto postogli vicino.

Un fatto non meno straordinario del precedente si riferiva dal professore Orioli.

Il dì 9 ottobre 1836 un temporale spaventevole si era manifestato sopra Zante; il fulmine scoppiava in parecchi punti della città e della campagna circostante. Il giovane Spiridione Politi ne rimaneva vittima in una casa situata agli Acroléri, sopra una collina contornata di viti ed ulivi. La sera stessa, il conte Lando, magistrato instruttore, invitava il dottore Dicopulo, membro della Società medico-chirurgica di Zante, ad accompagnarlo per esaminare il cadavere e i luoghi fulminati. Gli assessori del giudice, un notajo e parecchi testimonj assistevano all'esame accurato cui veniva sottoposto il corpo dell'infelice Politi. Innanzi tutto si notava aver egli denudato il piede destro; e tutti i suoi abiti, in parte squarciati, sembravano avere subito dal lato della schiena l'azione del fuoco. Veniva spogliato interamente, e nella fodera della fascia di tela tenula stretta attorno le reni, si rinvenivano dodici pezzi d'oro, distribuiti in due piccoli involti di carta: nell'uno, al lato sinistro, contenevansi tre intere e due mezze ghinee, ed una pistola di Spagna; l'altro a destra racchiudeva una seconda pistola, quattro ghinee intere, una mezza ghinea e due zecchini di Venezia. Nessuno di questi pezzi, non la carta, non la tela manifestavano la minima traccia di abbruciamento. Sotto il piede dritto del Politi, una ferita incavata per la lunghezza di oltre un pollice, faceva supporre che il fulmine fosse penetrato per questa estremità. Il suo passaggio era infatti contrassegnato in tutta la lunghezza del cadavere; giacchè la gamba destra, la coscia e il dorso si vedevano sino alla nuca fortemente tinti di un color bruno nerastro, e in tutte queste parti la pelle presentava piccole lacerazioni, od escoriazioni ramificate. Varie macchiette brune, aventi la forma e la grandezza d'una lenticchia, gli si scorgevano in faccia. Infine il cadavere aveva nel mezzo della spalla dritta dei cerchi, che conservavano il loro colore di carne, e spiccavano perciò ancor meglio sulla pelle nerastra. Questi cerchi, l'uno di seguito all'altro, si toccavano in un punto, ed erano di tre grandezze differenti, che corrispondevano perfettamente alle monete d'oro che il giovane teneva al lato dritto della sua cintura: per cui si può dire che il fulmine aveva scolpito sulla spalla del Politi l'impronta delle monete contenute nella sua tasca.

Nell'anno 1811 un fatto simile si avverava nel dipartimento d'*Indre-et-Loire*. All'apparire di un temporale, due persone, un giovane mugnajo ed un magistrato, di cui si tace il nome, si rifugiavano sotto un pioppo. Il nembo procelloso scaricavasi proprio contro quell'albero, e il fulmine, che non conosce le distinzioni sociali, imprimeva sul petto del magistrato del pari che su quello del giovane mugnajo tracce del tutto simili a quelle di una foglia di pioppo.

Se è forse prematuro ammettere con alcuni scienziati, che le impressioni prodotte sui corpi delle persone fulminate sono dell'ordine de' fenomeni fotografici, e si possono spiegare per un'analoga azione chimica, ci crediamo per altro autorizzati a derivarli da un trasporto di materia, che accompagna sempre il violento passaggio della elettricità.

Non lasciamo, per ultimo, di osservare che questi fatti potrebbero riuscire di molta importanza nella medicina legale, come indizj proprj a caratterizzare, in alcune circostanze, la morte per l'azione dell'elettricità atmosferica.

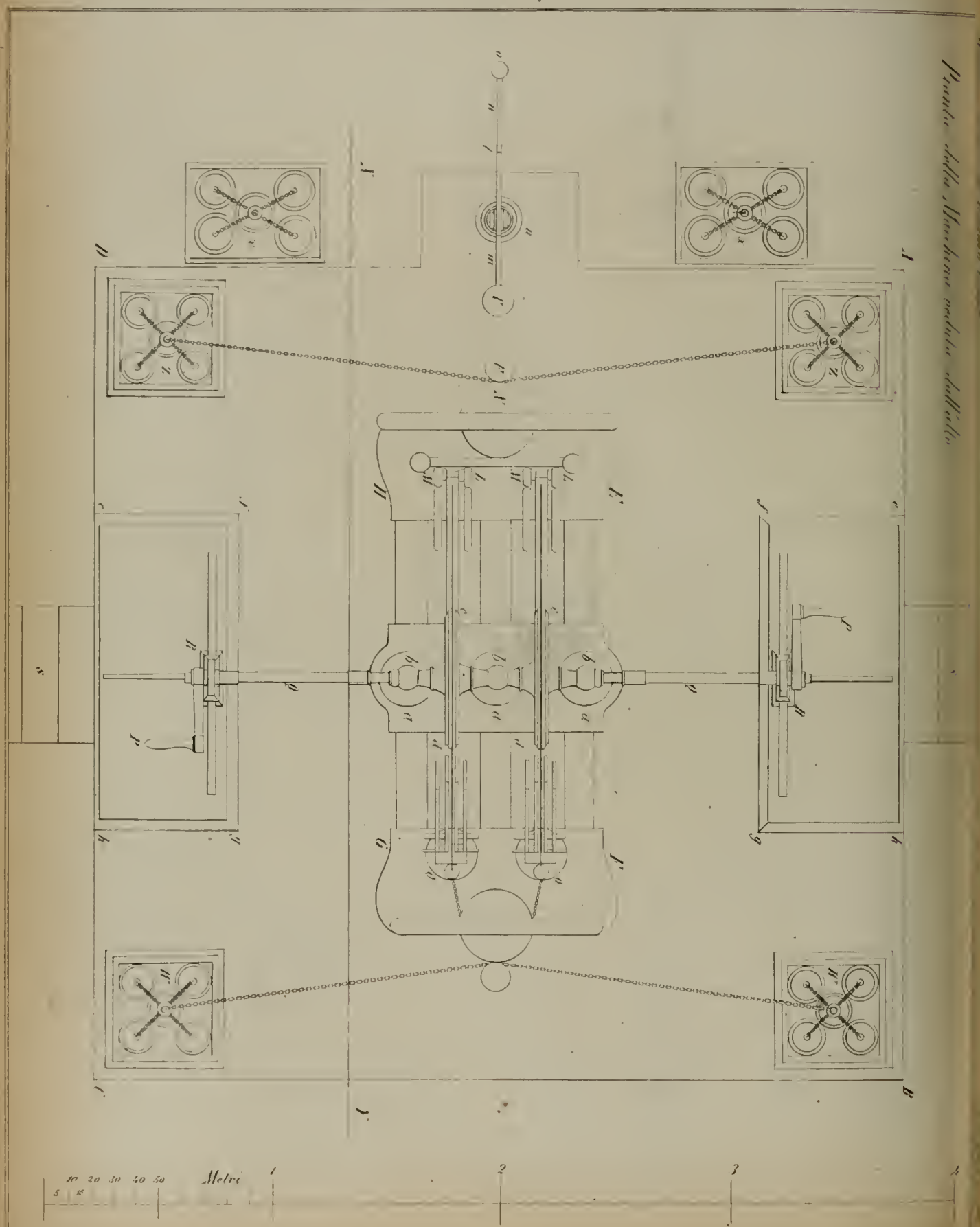
dalle nubi di uno de' più tremendi temporali, non eguaglia ancora, secondo gli esperimenti di Faraday, quella quantità di forza elettrica che s' impiega per tenere unita una sola particella d' acqua.

Bisogna persuadersi che le forze della natura non vanno misurate colle scale adattate a' nostri sensi. Il nostro globo, l' universo intero è da riguardarsi come un grande sistema in equilibrio stabile, ove le forze impiegate a conservarlo sono enormi. I fenomeni anche più violenti che cadono sotto la nostra osservazione, non sono prodotti che dalle azioni molecolari, atomiche, derivanti dalle minime differenze che nascono nel contrasto di queste forze, durante le oscillazioni che avvengono al menomo turbamento dell' equilibrio.

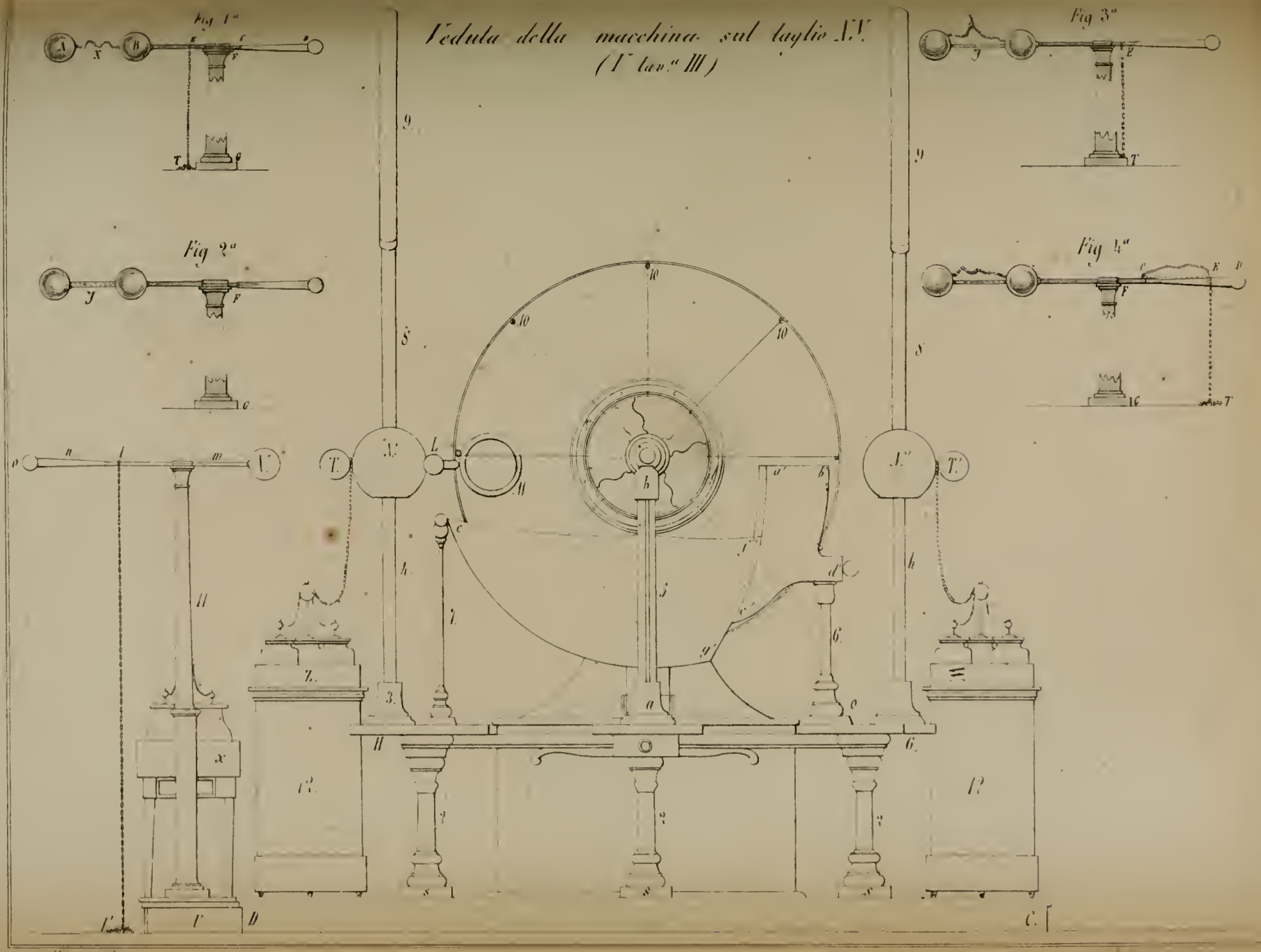
Onorevoli colleghi, abbiamo creduto oggi dovervi parlare di fenomeni che alcuni di voi hanno già veduto, e che tutti potrete vedere, i quali, se non sono affatto nuovi nella loro essenza, avvalorano però sempre più il sospetto che gli effetti elettrici sieno le conseguenze dell' azione combinata dell' attrazione colla ripulsione fra le molecole ponderabili e gli atomi dell' etere, azione generatrice dei tremiti vibratorj.

Sappiamo che alcuni sperimentatori, prudenti per eccellenza, amano di arrestarsi ai fatti, di accumularli, e non arrischiare spiegazioni che offendano le vecchie teorie ammesse. Non abbiamo voluto imitarli, parendoci pusillanimità il non tentare un passo fuori della via battuta, parendoci retrocedere il non proseguire le visuali tracciate per un nuovo sentiero da uomini valentissimi, parendoci che lo star lì inchiodati ai fatti sia lo stesso che non possederli, o per lo meno sia lo stesso che possedere monete di cui si ignora il valore. Il valore dei fatti non dipende già dalla loro apparenza, dalla loro materialità, ma dalla loro retta interpretazione.

In ogni modo, i fatti non interpretati sono lucerne spente: altre volte ci siamo provati di accenderle appunto sul nuovo sentiero; lo facemmo oggi, e non lasceremo di farlo tutte le volte ci si offriranno circostanze favorevoli, collo scopo di contribuire alla verificazione di quel sospetto sulla generalità del principio delle vibrazioni, che è il palio verso cui tende la fisica moderna.


Metri

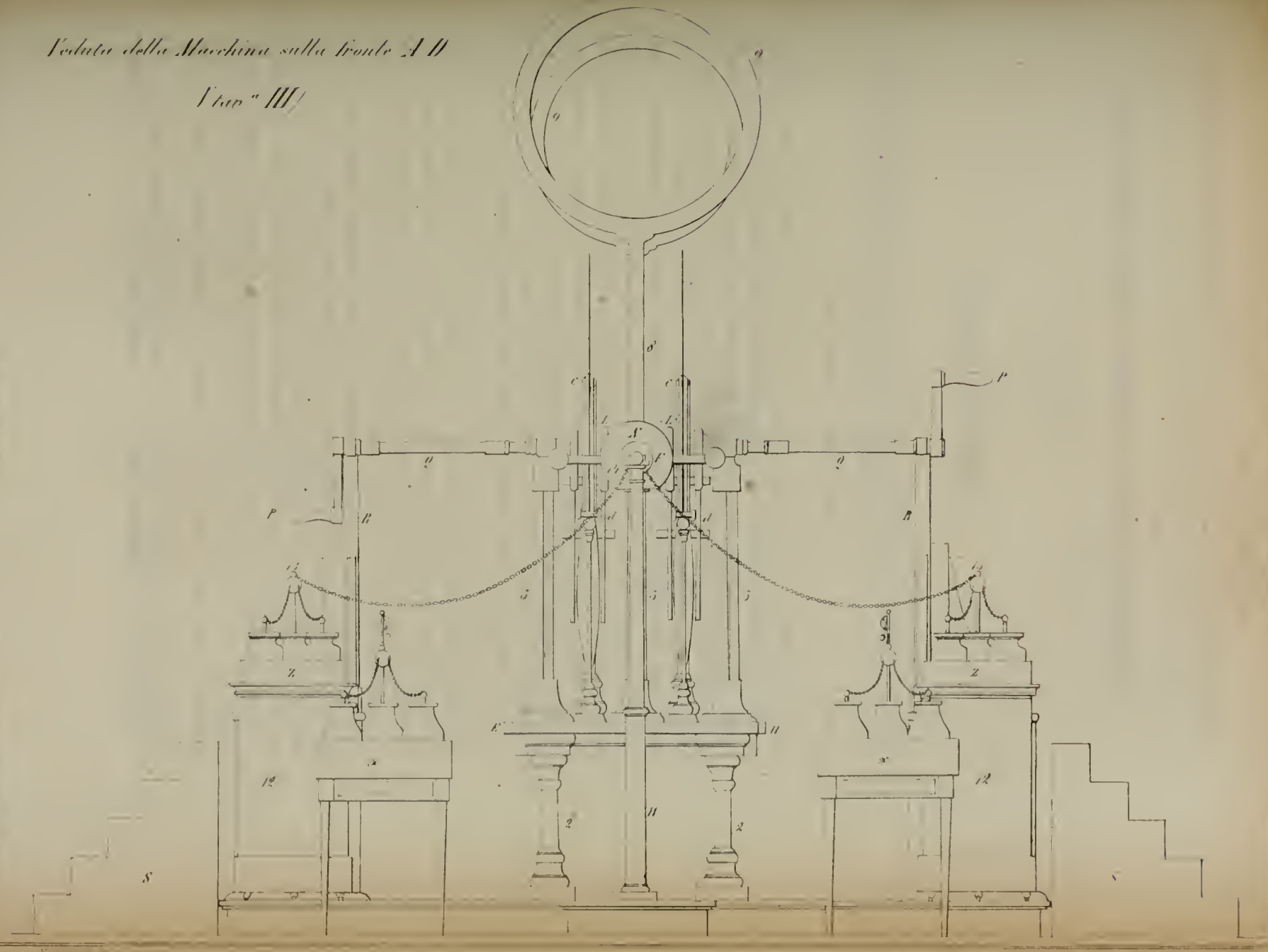
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


Veduta della macchina sul taglio N.V.
(V tav.a III)
Fig 1.a
Fig 2.a
Fig 3.a
Fig 4.a
A
B
X
T
g
J
F
E
C
K
D
16
9
8
10
h
i
l
m
n
o
V
T'
V'
II
3
7
6
x
P
P'
s
a
b
c
d
e
f
g
C.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

Veduta della Macchina sulla fronte A B

Tav.ª III.ª



BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

SULL' INFLUENZA POLITICA DELL' ISLAMISMO

MEMORIA

DI

ANDREA ZAMBELLI.

Se gli Arabi del medio evo abbiano avuta qualche influenza sui primordj della moderna letteratura, segnatamente su quelli della inglese e tedesca.

Letta nell'adunanza 17 dicembre 1857.

Quale influenza ebbero gli Arabi sui primordj poetici di Spagna e di Provenza, indi su quelli di tutta la Francia, credo di averlo dimostrato abbastanza. Dimostrai, come da codesta oriental fonte derivassero le romanze spagnuole, le cobbole provenzali e francesi, le novelle divenute poi sì popolari da per tutto, i canti funebri, i poemi cavallereschi; e come quindi vi si infondesse un novello spirito, quell' amore spirituale e fantastico, quel carattere di generosa delicatezza, onde vedemmo abbondare l'araba poesia, e dei quali era priva la greca e latina. Or vediamo, se qualche rivo di quella fonte sia pur penetrato in altre parti d' Europa, ovvero direttamente, cioè, là dove giunse il dominio saracino, siccome nelle Due Sicilie; ovvero indirettamente, cioè, quando per l'efficacia d'una letteraria e civile maggioranza, quando per mezzo delle poesie provenzali, imitatrici delle arabe ed impresse di quel loro carattere, quasi acque che scorrendo in varj fiumi e con varj nomi, escano però tutte in origine da una vena comune.

Noi lasciammo poco fa i Normanni, a cui Sismondi attribuisce l'origine dei poemi cavallereschi, ed ai quali noi la negammo, non senza però lasciare di parlarne con riverenza, quale vuolsi avere per un popolo, che tante terre conquistò e tanto fece ne' secoli di mezzo. Qui dunque mi giova ritornare ad essi, ed esaminare, se nell'Inghilterra, soggiogata da quel loro terribile e sagace Guglielmo, uguale alla militare e politica efficacia se ne mostrò l' influenza letteraria. Narrano le storie, come il celebre conquistatore, da cui la nobiltà inglese riconosce il suo sistema feudale, disprezzando e le leggi e gli usi e sin la lingua degli Anglo-Sassoni, ch' egli avea vinti ad Hastings, e pieno d' amore per tutto ciò che normanno o francese fosse, voleva pure introdurvi il novello idioma, il quale già cominciava a sorgere nel nord della Francia, l'idioma dei *trouvères*, la lingua *d' ouil*, cui chiamano infatti francese gli *Editori della Storia letteraria*, ricordata più volte in queste Memorie. Con quella ferrea volontà (1), ond' erano improntate

(1) *V.* Villemain, *Cours de littérature française.* Septième Leçon. — *V.* anche Chateaubriant, *Essai sur la littérature anglaise*, T. I, p. 31 et suivantes; — e la *Storia d'Inghilterra* di David Hume, cap. IV.

tutte le sue ordinanze, egli prescrisse che in codesta lingua si promulgassero le leggi e i decreti, che questa in Corte e nelle aule si parlasse, che insieme col latino questa pure nelle scuole si insegnasse. Ma, così come i regolamenti e gli statuti, non era facile l'introdurre fra i popoli un nuovo idioma, qualora una riconosciuta superiorità civile non ve ne avesse creata una previa inclinazione. Per l'effetto di essa, non che gli Italiani, i quali in fine parteciparono tutti alla gloria ed al nome romano, gli Ispani ed i Galli, insieme coi costumi, gli spettacoli, la civiltà e i politici diritti, ricevettero dal vincitore latino il linguaggio: romani anzi chiamaronsi, come sembrami di avere dimostrato altrove. Pel difetto di essa, codesti paesi medesimi, non tanto che ricevessero dai barbari conquistatori settentrionali la lingua dei Goti, dei Franchi, dei Longobardi, serbarono a tal termine la propria, che questa diventò pur quella dei nuovi dominatori. Lo stesso intervenne per lo stesso motivo ai Tartari mongolli e manciù colla China. L'idioma parlato da Guglielmo e da' suoi compagni d'arme, già non dirò che somigliasse quello di Teodorico, di Alboino, di Atanagildo e di Faramondo, grossolano e ruvido al pari di chi l'usava; ma, sorto appena nella nordica Francia, e tenendo per anco del duro e dell'aspro, non poteva destare gran fatto le simpatie degli Anglo-Sassoni, sicchè alla propria loquela lo preponessero. Se molte parole francesi vi introdusse la conquista, se molte delle latine vi innestaron le scuole, il corpo, e la sostanza di quella continuarono ad esservi espressi dal gran numero delle anglo-sassoni. Anche la forma dei periodi ritrasse alquanto dal francese; chè qualcosa pure dovea generarvi l'esempio della Corte, o per forza o per amore seguito da tanti: sebbene, a dir vero, eziandio la più sciolta forma si effettua a ogni modo in qualunque dialetto, che, distaccandosi dalla materna favella e divenendo una lingua nuova, si sciuglie dai vincoli della prima. Ma nella radice, nel fondamento e nell'indole del linguaggio predominò il carattere tedesco e sassone (1). Non ostante la lotta delle due lingue, la quale durò quasi tre secoli, e le relative persecuzioni di chi voleva imporre la dominante, quel linguaggio rimase anglo-sassone, non altrimenti che il popolo che lo parlava. Parlaron francese la Corte e i feudatarj, anglo-sassone la classe mezzana e l'infima, finchè nelle guerre del secolo decimoquinto tra Francia ed Inghilterra, tutti parlarono inglese (2). La forza dell'armi, che in tante cose ha sì grande efficacia, non potè fare che Inglesi e Francesi si somigliassero, come avrebbe voluto il re Guglielmo, pur sempre anche dopo la conquista più duca di Normandia che re d'Inghilterra: tra la natura, il pensare e il vivere degli uni e degli altri è un divario immenso, benchè materialmente non li separi che un breve stretto. Tanto può, più della medesima potenza politica, la naturale disposizione degli animi!

Molto meno la conquista potea crearvi una propria poesia. Vero è, che ancor questa vollero imporre alla vinta nazione i nuovi dominatori. E Guglielmo e i suoi discendenti, rimasti duchi di Normandia anche dopo essere divenuti re d'Inghilterra, vollero mantenersi normanni; tali pure restar vollero i numerosi occupatori delle terre inglesi, e i feudatarj che da loro discesero: e quindi provenne la magnifica protezione, da essi

(1) L'idioma inglese porta sempre il tipo anglo-sassone, dice Schleicher, *Les langues de l'Europe moderne*, traduction de l'allemand par Ermann Ewerbeck, p. 299.

(2) V. Agostino Thierry, *Conquête de l'Angleterre par les Normands*, T. II, p. 280, et T. IV. p. 356 et suivantes.

accordata ai *trouvères*, a quei poeti del nord della Francia, la più parte normanni anch'essi. Ma, vedi caso singolare, il quale sempre più conferma quello ch'io dico! Mentre codesti trovatori francesi trattenevano i principi, le principesse e i gentiluomini e le dame normanne, i quali, per verità, segnatamente il re Enrico I. e le due regine Matilde e Alice, erano liberali a coloro di ricompense e di favori; la classe mezzana, cioè la vinta nazione, non ascoltava volontieri, anzi non intendeva che la poesia anglo-sassone, quella de' suoi maggiori, e la quale sola reputavasi nazionale: sicchè tre sorte di poesia aveano allor voga nell'Inghilterra: la latina, coltivata dal clero; la francese, favorita dai grandi; l'inglese, prediletta dal popolo. Com'era da aspettarsi, tra i poeti della Corte non mancò chi celebrasse le imprese dei normanni conquistatori. Celebraronle con cronache in versi; l'una delle quali ci viene riportata da Châteaubriand (1) e da Villemain (2), e da loro attribuita a Roberto Wace (3).

Ma notisi ancor qui un'altra singolarità che ci viene in acconcio. Le lodi del normanno Rollone e de' suoi successori sono il principale intento del poeta: eppure quel suo Tagliaferro vi canta, siccome un esempio, un tipo di cavalleresco valore, e Carlomagno e Orlando e Ulivieri e gli altri eroi di Roncisvalle, a cui dettero i Saracini la dolorosa rotta. Le geste di quei paladini, secondo che quivi pure si legge, erano cantate dai guerrieri di Guglielmo nell'incamminarsi alla famosa battaglia di Hastings. Nè di ciò sono ignote le cagioni. Come già dimostrai nelle precedenti Memorie, codesti *trouvères*, codesti Francesi settentrionali aveano ricevute le prime inspirazioni poetiche dalla Francia meridionale, inspirata precedentemente anch'essa dagli ispani ed arabi poeti: quindi, cioè dai Musulmani e dalle lor guerre cogli Spagnuoli e coi Franchi vennero le prime idee cavalleresche, quindi una consenziente poesia; e contro Sismondi ho pure a sufficienza dimostrato con fatti incontrovertibili e colle più giuste deduzioni logiche, essere stati i poemi del ciclo normanno posteriori a quelli del ciclo di Carlomagno; inspirati i primi, inspiratori i secondi. Come anche provai, i romanzieri di Normandia, da qualche eccezione in fuori, piuttostochè cercare i loro eroi nella propria nazione, cercaronli in straniere contrade; e noi vedemmo altresì, dove li trovarono, e di che forme, di che spirito li vestirono; cioè di quelli che, cavallereschi essendo, preser figura dalla originaria cavalleria degli Arabi, anteriore ad ogni altra.

«Codesti romanzi (dice Sismondi (4)) non fecero grande impressione sugli Anglo-Sassoni, nè vi trovarono imitatori, siccome scritti dai Normanni loro nemici». Ma, e non aveva egli ancor detto altrove (5), che i Normanni, se vollero essere puri, delicati, eleganti poeti, dovettero riceverne il carattere dai romanzieri spagnuoli e provenzali? Tant'è: finchè non ricorsero a codesta cavalleresca fonte, onde derivò la corrispondente poesia e che primamente scaturì dall'Arabia, le loro poetiche narrazioni, le rime loro mancarono della favilla inspiratrice. «Queste opere (scrive l'autorevole Lingard (6)) esistono tuttavia, e mostrano che i loro autori non conoscevano l'inspirazione poetica. Sono

(1) *Essai sur la littérature anglaise*, T. I, p. 13. V. anche l'*Histoire de la Conquête de l'Angleterre par les Normands*, di Agostino Thierry, Liv. III.°

(2) *Cours de littérature française*, T. I, p. 215.

(3) Nel *Romanzo du Rou*.

(4) *Littérature du Midi de l'Europe*, T. I, p. 287-88.

(5) *Ibidem*, p. 283.

(6) *Histoire d'Angleterre*, T. I, p. 394.

racconti triviali, prosastici e d'una stucchevole prolissità, in cui sembra che non si conoscesse altra bellezza che il tintinno della rima, e che ad altro merito non si aspirasse, fuorchè a quello di allungare quanto più poteasi una storia». Ecco pertanto quali erano codesti *trouvères* normanni, codeste poesie, premiate e favorite da quei monarchi, da quei castellani, di cui parliamo: versi, i quali non aveano di poetico che il nome; poemi senza poetica scintilla; una prosa rimata in un linguaggio, in uno stile che mai non potè prendere su quel terreno una stabil radice.

E come avrebbe potuto avervela? L'arte gentile, che avviva e scalda gli intelletti e muove a sua voglia i cuori degli uomini, non riceve la legge da veruno, non sorge per l'altrui comando. Ribelle ad ogni forza che simpatica non sia, essa o nasce spontanea in animi ben disposti, o spontaneo ne riceve l'impulso da chi sappia le vie di educarveli e di farvene allignare la eletta pianta; e un simile impulso riesce di tanta efficacia, che produce buon frutto, non che in amico terreno, sino in quello che più parrebbe nemico. Così, noi vedemmo gli Spagnuoli e i Provenzali apprenderla dai Musulmani, nemici della lor fede, e da loro combattuti senza fine in tante battaglie. Così pure, i poeti del mezzodì della Francia, benchè francesi anch'essi, divennero popolari nell'Inghilterra, fra una nazione a cui non piacquero e dove non poterono fare impressione i poeti francesi del nord. Tanto agli stessi politici o nazionali rispetti, in ogni altra cosa tanto potenti, prevale la cortese forza d'un brillante e piacevole ingegno, d'una fervida ed attraente fantasia!

La qual forza, perchè al tutto cortese fosse, venne appunto da una donna, assai famosa nelle memorie del secolo duodecimo, e di cui variamente parlano gli storici: donna che predilesse e la poesia e i poeti, e, quantunque regina di due gran regni, fu dedita alle amorose e strane avventure forse più che a sì alto grado si convenisse, ma meno al certo di ciò che qualche storico afferma; in breve, Eleonora d'Aquitania, la quale in prime nozze sposò Luigi Settimo re di Francia, e, dopo averlo seguito in una infelice crociata, o per veri o per supposti torti, o per giusti o ingiusti impedimenti canonici, o fu fatta fare o fece spontanea il divorzio dal primo marito, indi si rimaritò ad Enrico d'Inghilterra. Ma, comunque siasi di codeste colpe, troppo attenuate dalle storie inglesi, troppo amplificate dalle francesi, fatto sta che essa fu apportatrice di tre gran beni alla monarchia inglese: le recò in dote il ducato di Aquitania, il quale comprendeva la Guienna, il Poitu, la Santongia, in somma pressochè una metà della Francia, e soprappiù le provincie più incivilite di essa, perchè presso ai Pirenei essendo, prendevan lume dall'araba civiltà, maestra e propagatrice allora e di scienze e di lettere (1): fu madre di Riccardo Cuor di Leone, di cui dice Villemain (2), «che non era soltanto un battagliere, ma collocato in un altro secolo, sarebbe divenuto, se non un giusto e clemente principe, certamente un grand'uomo, un uomo che all'audacia di Carlo XII accoppiava maggior prudenza e politica»: e quando il di lei secondo marito salì sul trono inglese, Eleonora, già educata in mezzo agli eleganti e poetici passatempi delle corti meridionali, e la quale avea conservato un gusto vivissimo per tutto ciò che le

(1) V. Sismondi, *Histoire des Français*, ch. XXII, troisième partie.

(2) *Cours de littérature française*, T. I, p. 159.

ricordava i primi anni e i piaceri della sua gioventù, avvezza a bene accogliere i trovatori e i giullari di Provenza, della cui poesia intendentissima era, vi condusse quel Bernardo di Ventadorno, di cui già parlammo; uno dei più inventivi e leggiadri poeti provenzali, come chiaro appare dalle cobbole che ne raccolsero Raynouard e Fauriel (1). dov'io trovai più d'un felice pensiero, imitato da Dante e dal Petrarca. «Bernardo (per valermi delle parole d'un vecchio biografo) restò gran tempo alla corte della duchessa di Normandia, s'innamorò di lei ancor giovine e bella ed essa di lui, e ne fece assai buone canzoni»; e, come soggiunge Fauriel, «fu quegli che introdusse nell'Inghilterra la poesia provenzale».

Nè sì buon seme recatovi dal fecondo terreno, dove spiravano le aure orientali, lasciò di produrvi corrispondenti frutti; e il primo di essi fu il re Riccardo; il quale, come scrive Ubaldini (2), «non solo si fece nobil corona di trovatori provenzali, ma egli stesso dedicossi a coltivare quella poesia, la sola in pregio a quel tempo e comune ai più delicati ingegni d'Europa».— «Amava appassionatamente la poesia (dice lo storico Hume (3)), e deve annoverarsi fra i poeti provenzali che furono i primi a distinguersi in Europa con poetici componimenti». Uno dei migliori trovatori dell'età sua lo chiamano gli *Editori della Storia letteraria di Francia* (4); e Villemain (5), a cui duole che non regga alla critica il racconto delle incominciate e proseguite stanze, onde ne scoperse in Austria la dura prigione il trovatore Blondel, pur si consola di potere allegare come autentico e vero il serventese, riportato eziandio da Agostino Thierry (6), nel quale il prigioniero monarca si lagna de' vassalli, degli amici che l'abbandonano, e del re di Francia che profitta della sua sventura per usurparne il territorio. Osservano qui i filologi, che codesta canzone si trova e nella lingua dei *troubadours* e in quella dei *trouvères;* ma Villemain tronca ogni lite dicendo, dovere senza dubbio Riccardo averla composta in provenzale, cioè nel dialetto che era la lingua favorita della poesia, il toscano del secolo (7). Così dunque per opera di Eleonora e del re suo figlio, il quale, per le virtù che ne uguagliavano i vizj e per la medesima sua crudel prigionia, da ogni Inglese compianta, rese tanto popolare in Inghilterra il suo nome, s'insinuava fra i duri Anglo-Sassoni il dolce canto delle muse provenzali; e questo ancor più vi si propagò per mezzo d'un altro Riccardo, nipote di quel primo, e d'un'altra Eleonora, figlia di Rajmondo Berlinghieri e sposa di Enrico III, re d'Inghilterra; ambedue i quali, dalla Corte di Tolosa, che era la sede d'ogni cavalleria e il ricetto d'ogni trovator provenzale, vi recarono, come abbiamo dai predetti *Editori* (8), altre poesie, altri cavallereschi racconti, in cui si riproduce l'araba influenza.

Certo la lingua nazionale non per questo mutò sembianza e carattere; essa rimase inglese: ma la poesia, possiam dirlo con sicurezza, ne ebbe dai Provenzali l'impulso e

(1) *Histoire de la poésie provençale*, T. II, p. 21 et suivantes.

(2) Nella *Vita di Francesco Barberino.*

(3) *Storia d'Inghilterra*, cap. X.

(4) T. XXII, p. 236.

(5) *Ibidem*, T. I, p. 159.

(6) *De la Conquête d'Angleterre par les Normands*, T. IV, p. 369.

(7) *Ibidem*, p. 161.

(8) *Ibidem;*— *V.* pure Villemain, *Cours de littérature*, Leçon XVIII, della nuova edizione, il quale, nel romanzo di Riccardo Cuor di Leone, quasi contemporaneo all'ecoe, trova *toute la féerie des Mille et une Nuit.* — *V.* anche Warton, *Storia della poesia inglese.*

la forma. Dei poeti anteriori a Shakespeare, il più famoso è senz'altro Valfredo Chaucer, contemporaneo ed amico del Petrarca, quegli che il primo polì ed illustrò il proprio idioma coi poemi della *Corte d'Amore*, di *Troilo e Criseide*, di *Arcilio e Palemone*, della *Casa della Fama*, ancora ricordati e lodati nell'Inghilterra. Or di lui affermano e Dryden e Villemain e Viardot, « che ad ornare ed ampliare la sterile lingua inglese si valse di quella di Provenza, la quale era, a quel tempo, la più polita delle lingue moderne; che in essa egli trasfuse le cavalleresche idee provenzali; e che nelle opere dei *troubadours*, da lui singolarmente amate e studiate, attinse quanto di bello e di gentile si legge nelle sue rime » (1). Ecco i frutti felici della inspirazione araba e provenzale! La conquista normanna non creò nell'Inghilterra un poeta che inglese fosse. La poesia provenzale per lo contrario, pur con una lingua che non era dagli Inglesi amata, tanto piace ad essi, tanto di sè gli innamora, che diviene la prima scintilla inspiratrice della poesia britannica. Qual maggior prova si vuole a dimostrare che i primordj poetici di questa illustre nazione, oggimai venuta in tanto splendore di lettere e di scienze, derivarono anch'essi dal mezzodì dell'Europa e da chi avealo educato a quell'arte divina, e che i Normanni istessi, non tanto che ne fosser maestri, l'appresero dai Provenzali e dagli Arabi, i primi cavalieri, i primi poeti moderni?

Passando dai Normanni infrancesati a parlar di coloro che uomini del nord mai sempre vollero essere e il furono, cioè dei Tedeschi, ci si offre dinanzi la numerosa falange dei *Minnesinger* o *cantori d' amore* (2); i quali, usciti tra il secolo duodecimo e il decimoterzo dagli ordini della cavalleria teutonica, fecero risonare per le terre tedesche le lodi dell'amore e della bellezza, delle militari e religiose virtù, di Dio e della Vergine. Ma qui ci arresta una gran questione, la quale ancor divide le opinioni dei dotti. Le canzoni, i poemi loro aveano un fondamento nazionale o straniero? V'ha chi dice che distaccaronsi dai trovatori provenzali per uno stile, forse men colto ma più energico e stringente, per una maggiore severità di pensieri, e pel frequente sollevarsi di questi alla contemplazione della vita futura. Con enfatiche parole si ricorda la Corte del langravio Ermanno di Turingia, loro protettore, e il torneo letterario del 1206, e la *poetica guerra di Varburgo* (3), in cui ben sette dei principali *Minnesinger* produssero e raccolsero i loro componimenti, quasi in novella palestra; i quali, dicesi che formano una delle più splendide manifestazioni del misticismo alemanno. E, fra quei tanti antichi compositori di tedesche canzoni, due se ne innalzano a cielo: Gualtiero di Vogelweide, che riportò il premio della detta poetica guerra, il cantore dei domestici e patrj affetti, delle crociate e dell'amore celeste; e Corrado di Vurzburgo, il quale elevò il suo canto insino alla Regina degli Angioli (4). Ai quali lirici poeti succedono gli epici, quelli che in lunghi poemi presero a celebrare la cavalleria, la patria e la religione. Ma Gervinus,

(1) *V.* la *Biographie universelle*, art. *Chaucer*.

(2) Federico Enrico di Hagen, nella sua *Collezione*, ne ricorda in sino cento quaranta. — *V.* Minnesinger; *Deutsche Liederdichter des zwölften, dreizehnten und vierzehnten Jahrhunderts, gesammelt und berichtigt von* Friedrich Heinrich von der Hagen. Leipzig, 1838. — *V.* anche Montalembert, *Histoire de Sainte Élisabeth de Hongrie, duchesse de Thuringe*, septième édition, 1855: introduction, p. 114 et suivantes.

(3) Creduta da parecchi una novella o leggenda *V.* Edoardo Duller, *Storia del popolo tedesco*, L. III, cap. XV. Assai diffusamente e dottamente ne parla Hagen, *Minnesinger*, vierter Theil, p. 745.

(4) Nella sua celebre *Goldene Schmiede*, o *Fabbrica dorata*, che si legge nella detta *Collezione*.

l'autorevole storico della *Poetica letteratura tedesca*, par che faccia a tale proposito una distinzione fra la parte lirica, intima e mistica di codesta poesia; e la parte esterna, com'egli infatti la chiama, cioè la cavalleresca: e mentre riconosce nella prima un carattere originale e proprio, trova nella seconda una derivazione ed una imitazione dei Provenzali e dell'Oriente (1). E, per verità, inclinerei a credere che il celebre critico abbia ragione. Le mistiche trascendenze, o che della fede o che d'amore e di altri affetti si parli, furon proprie degli scrittori tedeschi in ogni età; onde non sembra improbabile che originali fossero e nazionali al tutto, non che i moderni, eziandio que' vecchi lirici poeti della Germania. Ma, d'altra parte, vero è pure che questo viene contraddetto da parecchi scrittori di nome. «I Tedeschi, dice la Staël (2), aveano bensì anch'essi i loro *cantori d'amore;* ma nulla può essere paragonato ai trovatori francesi; e forse da questa fonte noi dovevamo attingere una letteratura nazionale». Sismondi, da me citato più volte, e il quale trova nei Normanni e nelle imprese loro l'origine della cavalleria e dei poemi cavallereschi, dice in proposito della poesia, che i Germani ne ebbero in antico una propria, inspirata dall'atroce culto di Odino, e perciò appunto guerresca, in cui non avea parte alcuna la galanteria; ma poi soggiunge: «quando la poesia alemanna salì per la seconda volta in onore nel duodecimo e tredicesimo secolo, furono i Provenzali che servirono di modello ai popoli germanici; e i *Minnesinger*, o *cantori d'amore*, si formarono coll'esempio dei *troubadours* (3)», già educati, come pur dimostra, dagli Arabi. E l'originalità di Gualtieri di Vogelweide, di quell'aquila della poesia lirica, in cui tanto si compiace l'amor patrio alemanno, è contrastata anch'essa dal Viardot. Odasi ciò ch'egli ne scrive: «codesto Gualtieri, allorquando andò in Turingia a conseguire quel sì decantato premio nel torneo letterario del 1206, codesto Gualtieri donde veniva? Dalla corte di Filippo Augusto, re di Francia, cui celebrò in parecchie canzoni:» egli dice: «E di chi era l'allievo? dei trovatori francesi,» egli soggiunge (4). Che più? Non che i dotti, sembra che i fatti istessi contraddicano la sentenza di Gervinus. Tedesca quant'altra mai e gloria suprema di questa nazione fu al certo la illustre Casa di Svevia. Tedesco era segnatamente quel Federigo Barbarossa, la cui animosità contro i Lombardi e la feroce indole lasciò una sì profonda e durevole impressione nel paese nostro: ma tutti gli storici convengono, che a molti vizj egli accompagnava molte virtù, e fra esse quella che fu sempre propria della reale sua Casa, l'amor delle lettere e la coltura dell'ingegno, sicchè conoscea molte lingue, e dei poetici componimenti prendeva singolare diletto, assai di buon grado ascoltandoli e facendone egli stesso. Or se la lirica alemanna avesse avuto sull'altre il vantaggio di cui si parla, non doveva egli, che tedesco era e alle tedesche cose affezionato, comporre strofe e canzoni in codesta lingua, che era la materna sua? Pure, mentre i Minnesinger non possono darsi il vanto di annoverarlo fra i proprj, ben si gloriano i trovatori provenzali ch'ei fosse del loro numero; e la storia letteraria di essi ricorda con compiacenza, come il temuto monarca assai volontieri gli ascoltasse e con loro conversasse, e come in corte di Rajmondo

(1) *V. Geschichte der poetischen national Litteratur der Deutschen*, Erster Theil, p. 306 e seguenti: dove parla a lungo *dei fiori della lirica* e *dell'epopea cavalleresca*.

(2) *De l'Allemagne*, T. I, p. 42.

(3) *Histoire des Français*, chap. X, troisième partie: dove si trova un'ampia ed animata descrizione dell'influenza cavalleresca e letteraria degli Arabi di Spagna nel medio evo.

(4) *Histoire des Arabes et des Mores d'Espagne*. T. II, p. 195, in nota.

Berlinghieri, dove e Gianfré Rudel e Sordello ed altri siffatti usavano, andasse talmente preso alle poesie di Provenza, ch'egli medesimo alcune stanze ne componesse, le quali ancor ci rimangono. E Federigo Secondo, il quale, benchè nato in Italia e re di Sicilia, era pur anche imperator di Germania, e tante fatiche durò fra i Tedeschi, scrisse e poetò in tutt' altro idioma che in quello de' suoi maggiori (1).

Non nego, che, se di gran momento è per me la sentenza del chiarissimo Gervinus, dall' altro canto quelle citate autorità, quei fatti mi mettono in sospetto e quasi mi fanno propendere ad un'altra opinione. Sebbene, a dir vero, tutto ciò che importa? Dato ancora che i Tedeschi di codesti secoli avessero una lirica propria, cioè cavata dalle loro intime e trascendentali inspirazioni, una tale supposizione nulla rileverebbe pel principale assunto nostro; il quale in sostanza si riduce ad esaminare, quale influenza politica, per mezzo della introdotta cavalleria e poesia cavalleresca, ebbero gli Arabi, ebbe l' Islamismo che con l' armi ne recò in Europa il dominio e la cultura, sul risorgimento della moderna civiltà: il quale, siami concesso il dirlo, più che dalla filosofia, che sempre giunge tardi e quando ne sia preparato il terreno, ed ancor più che dalla religione istessa, ai cui benefici effetti pur troppo si oppongono le divergenti passioni e gli intemperanti desiderj umani, si dee massimamente riconoscere da quella squisita delicatezza, da que' miti e generosi sentimenti che inspira il cavalleresco onore e la coltivazione delle lettere. Essi, col raddolcire il costume e col nobilitare i pensieri e gli affetti degli uomini, aprono la via dei successivi miglioramenti, ed anche del progresso scientifico e sociale. Sotto questo importante aspetto dobbiam noi dunque risguardare il presente problema; e a tal fine già non dee considerarsi la parte intima e metafisica d' una poesia, sibbene la esterna, quella che si propaga fuori degli individuali intelletti e assume un carattere di universalità e di socialità, quella che influisce sul modo di pensare e di sentire d'un popolo, e lo educa a migliori sensi, a migliori usi e tendenze che non avesse dapprima. Una propria poesia lirica, consentanea alle mistiche loro contemplazioni, l' avran forse avuta i Tedeschi di quel tempo; l' avranno avuta, dico, alcuni singolari ingegni, i quali seco medesimi e con altri lor pari in codeste trascendenze invasavansi: ma queste potean forse produrre alcun effetto sulle menti e sui cuori del popolo, che di simili astrattezze non si intendeva, nè quindi poteva in guisa alcuna curarsene? Lodavale e premiavale allora il Langravio di Turingia; con sommo diletto udivanle i di lui cortigiani, e quale altro si elevasse al di sopra dell' età, per anco grossa e rozza; lodale anche al presente qualche dotto che le tragga dalla polvere di scaffali dimenticati. Ma per la massa della nazione passarono inosservate, come anche si vide in effetto, sicchè alcun legame non si trova fra esse e quella veramente tedesca e grande letteratura, che ebbe principio dalla Riforma. Per lo contrario, un'influenza popolare ebbero i poemi cavallereschi, i romanzi, e tutto ciò che vi si riferisce, perchè in essi, non di sottigliezze in aria, non di sublimi aspirazioni si trattava, ma di cose che tutti intendevano e che sentivano tutti; vi si trattava di cavalieri e dame, al valore ed alle maravigliose avventure dei quali s'interessava ciascuno che ne vedeva e ne ammirava i consimili esempj; di eroiche geste, di amori, di generose azioni, che erano la vita di quel tempo e quindi comprese dall' universale: erano un ammaestramento di umano e

(1) E, di fatto, tra que' cento quaranta *Minnesinger*, della collezione di Hagen, non trovai nè il primo nè il secondo Federigo di Svevia.

civil vivere così pei grandi come pel volgo, così per la gente colta come per la ignorante. Chi li leggeva; chi, non potendolo, li ascoltava dall' altrui bocca; e noi già vedemmo, come non solo tra le pareti dei castelli feudali e nelle reggie, ma ben anco sulle piazze, ne' trivj, là dove il popolo accorre in folla, li recitassero i giullari e ne facessero un profittevol mestiere, non altrimenti che sul molo di Napoli anche oggigiorno il fanno coloro che leggono e interpretano l'Ariosto ai rozzi barcajuoli o altra simil plebaglia, che avidamente li ascolta e vivissimamente vi si interessa. In somma, non una sublime filosofia, non astrusi concetti, ma racconti di umane cose erano quei romanzi, racconti di debolezze a cui tutti andiamo soggetti, di magnanimi atti che ogni cuore approva e loda, di accidenti che suscitano qualunque immaginazione, qualunque cuore, qualunque animo che brutale non sia: e quindi per l'opera loro, e non per altro, la nascente poesia, questo primordio d' ogni letteratura, ammolliva i costumi, apriva a gentili pensieri gli intelletti, e disponeva i popoli ai miglioramenti, alle progressive riforme della privata e della pubblica vita.

Or questa è appunto la parte esterna della poesia tedesca, di cui Gervinus ragiona; la parte cavalleresca, epica, romanzesca, quella delle grandi e amorose avventure; e la quale, com' egli pure confessa, era propria dei Provenzali. Da essi, com' egli appresso soggiunge, e come inoltre affermano e Fauriel e Holland e gli Editori della *Storia letteraria di Francia*, l' appresero i Tedeschi: talchè andandone poi perduti, o per noncuranza o per strani casi, alcuni di questi poemi, già scritti in lingua provenzale, non ne rimase che la traduzione tedesca (1), in cui se ne accerta l'originale, o qualche altra, di cui si valgono gli eruditi.

Ciò avvenne infatti del *Lancillotto del Lago*, di Arnaldo Daniello, da me già ricordato più volte; il quale nel medio evo serbavasi intiero, e leggevanlo avidamente e cavalieri e principi, secondo anche si notò; ma col tempo andò perduto, e convenne rintracciarlo nella versione alemanna, e negli imperfetti volgarizzamenti italiani registrati nella *Bibliografia* del Melzi. Ne' secoli di mezzo e fin oltre il Cinquecento interessavansi molti e dello stato nobile e del borghese a codeste avventure; ma in appresso i tempi cangiaronsi, e a tutt'altro portarono. Ma rimase però, come testimonio e del poema e di chi lo scrisse il primo e di chi seppe inspirarsene dappoi, la traduzione tedesca. « Ulrico di Zatzikhoven, un *minnesinger* del secolo decimoterzo, racconta egli stesso in quale occasione si disponesse a farla (dicono i prefati *Editori* (2)). Trovavasi egli a Vienna quando Riccardo Cuor di Leone, prigioniero gran tempo del Duca d'Austria, fu rilasciato da questi all' imperatore Enrico Sesto, e potè indi a non molto ritornare a Londra, non senza lasciare alcuni ostaggi; fra i quali era un signore normanno, Ugo di Merville, che possedeva una copia del romanzo di Daniello, e da lui l' ebbe Ulrico; e di ciò molti Tedeschi richiedendolo, il recò nella propria lingua ».

Conforme abbiam da Fauriel (3), da Gervinus (4) e da Holland (5), avvenne a un di presso il medesimo del romanzo di Tristano, di cui non sussiste che un frammento dello sciampagnese Cristiano di Troyes; ma lo hanno tramandato ai posteri la versione di Goffredo

(1) Furono pubblicati a Vienna da Franz di Hofstaeter nel 1811.

(2) T. XXII, *De l'Histoire littéraire de la France*, p. 214-215.

(3) *Histoire de la poésie provençale*, T. II, p. 430.

(4) *Geschichte der poetischen national Litteratur der Deutschen*, Erster Theil, p. 442. Leipzig, 1846.

(5) *Crestien de Troies*, p. 35. Tubingen, 1854.

di Strasburgo, esaminata con profonda e coscienziosa critica dai due allegati scrittori tedeschi, e alcuni volgarizzamenti italiani, fatti sul testo provenzale, e citati come tali dagli Accademici della Crusca. Solo per loro mezzo si possono leggere tuttavia le amorose vicende del magnanimo cavaliere e di Isotta la Bionda, e le inaspettate sciagure che condussero i due fedeli amanti ad una morte comune, ad una comune tomba (1).

Altre consimili traduzioni tedesche si ricordano, per cui risonarono sulle rive del Danubio e del Reno i nomi e le avventure degli eroi e delle dame, celebrate in origine da poeti francesi, o *troubadours* o *trouvères*, ma con un fondo provenzale ed arabo, come ho dimostrato altrove. Ma i due, che, per la fama loro e pei critici autori che ne scrissero, vanno innanzi agli altri, sono il *Titurel* e il *Perceval*, esaminati a lungo da Fauriel, da Gervinus, e più ancora da Holland nella letteraria e storica discussione che il dotto alemanno ultimamente ne fece sopra Cristiano de Troyes, a cui attribuisconsi i due romanzi, e sopra Volframo di Eschenbach, il quale ne diede ai suoi compatrioti una stupenda versione, pur lodata a cielo dal celebre Göthe. Già vedemmo, come l'invenzione originaria siane provenzale, e come vi traluca la solita tinta araba (2). Or dunque, rimandando all'opera di Holland e all'analisi di Fauriel chi voglia averne più estese notizie e leggere le immaginate avventure di quel cavalleresco e poetico eroe, dirò che, se pur molto ne meritò codesto Volframo con una traduzione, la quale somiglia e forse supera l'originale, e se il traduttore alemanno fu perciò reputato dall'autore del *Faust*, uno dei primi poeti nati in Germania, è d'altra parte incontrovertibile che ad eseguire il mirabil lavoro egli ebbe bisogno del provenzale ajuto, e che quindi e non d'altronde gliene venne la inspirazione. Lo confessa egli medesimo fin da principio (3).

Anche il poema della Gudrun, questa tedesca Odissea del secolo duodecimo, come la chiama Gervinus, fra i suoi alemanni e scandinavi elementi pur ne racchiude alcuni che al dottissimo storico della tedesca letteratura ricordano il Titurel di Volframo, di provenzale derivazione (4). Negli stessi Nibelunghi, i quali cantano l'ostrogoto Teodorico e l'unno Attila, ma, secondo si vide, sono una rapsodia del secolo decimoterzo, noi trovammo trasfuso alcun che della letteratura sveva, figlia della provenzale e dell'araba. Così dunque la poesia cavalleresca alemanna, che dovea generare in quelle parti una novella civiltà, ebbe anch'essa un'origine meridionale; e a questo io credo infatti che alludesse l'illustre Gervinus quando scrisse, che, dove nella poesia moderna i Tedeschi sono originali e grandi, in quella del medio evo ebbero bisogno dell'altrui soccorso (5). Per uscire dalla lunga notte barbarica, ond'erano oppressi, era lor forza ricorrere a que' paesi dove spuntavano i raggi d'una luce civilizzatrice, d'una luce orientale, cioè a dire, alla Provenza ed alla Spagna, sulle quali, per le frequenti e durevoli corrispondenze e per lo studio generalizzato della lor lingua e letteratura, tanto influirono gli Arabi col proprio spirito cavalleresco e con una poesia, che, ritraendo da esso, infondeva ne' poetici componimenti e nella rinascente civiltà europea un carattere differente dall'antico.

Vedremo nella seguente Memoria, se e come codesta influenza provenzale ed araba siasi pure manifestata nei primordj della letteratura italiana.

(1) Goffredo di Strasburgo è il centoventesimoquarto dei *Minnesinger* di Hagen: V. Viertel Theil della citata *Collezione*, p. 559.

(2) Nella *Memoria* decimaterza.

(3) Se ne possono avere ampie notizie anche nella *Vierter Theil* della *Collezione* di Hagen, p. 192.

(4) *Geschichte der poet. national Litteratur der Deutschen:* Erster Theil, p. 374: dove ne lessi i riportati, interessanti estratti.

(5) *Ibidem*, p. 306 e seguenti.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

OPERE PUBBLICATE

DALL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VENDIBILI IN MILANO PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA DE' CLASSICI ITALIANI

(Contr. di S. Margherita)

I prezzi sono in lire austriache e in monete sonanti.

Memorie dell' Istituto Nazionale Italiano. — Bologna, 1806-13, vol. 6 in-4.° con tavole in rame. Lir. 60.

Memorie dell' I. R. Istituto del Regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1819-38, vol. 8 in-4.° con tavole in rame. Lir. 80.

Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1843, 1846, 1854 e 1856. Vol. 1.°, 2.°, 4.°, 5.° e 6.°, con tavole in rame e litografate. Lir. 75.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1841-47. Vol. 1-8 in-8.° Lir. 30.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo e Biblioteca Italiana. Milano, 1852-57. Tomi 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.° 8.° e 9.°, in-4.° Lir. 96. 60.

Collezione degli Atti delle solenni distribuzioni de' premj d' industria fatte in Milano ed in Venezia dall' anno 1806 al 1857. — Milano-Venezia, 1824-57. Tomo I all' VIII, in-8.° Lir. 32.

Breislak Scipione. Descrizione geologica della provincia di Milano. — Milano, 1822, in-8.° con carta topografica. Lir. 5.

Rosina Gaetano. Memoria sulle stoviglie fabbricate con terre del regno Lombardo-Veneto. — Milano. 1822, in-8.° Lir. 1.

Piola Gabrio. Sull' applicazione dei principj della Meccanica analitica del Lagrange ai principali problemi. — Memoria premiata. — Milano, 1825, in-4.° Lir. 2. 50.

— Elogio di Bonaventura Cavalieri, recitato in occasione del VI Congresso scientifico italiano. Con note, postille matematiche, ec. — Milano, 1844, un volume in-4.°, con tavole in rame e litografiche. Lir. 2.

Vismara Giuseppe. Della cementazione e della fusione dell' acciajo. — Milano 1825, in-8.°, con una tavola in rame. Lir. 1.

Sormani Napoleone Massimiliano. Monografia sulle morti repentine. Memoria premiata. — Milano. 1834, in-8.° Lir. 3.

Ferrario Giuseppe. Statistica delle morti improvise, e particolarmente delle morti per apoplessia nella città e nel circondario esterno di Milano dall' anno 1750 al 1834. — Milano, 1834, in-8.° Lir. 4.

Stradivari Cesare. Sulla educazione dei bachi da seta e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata. — Milano, 1841, in-8.° Lir. 2.

Merlini Giovanni. Sulla costruzione dei tetti degli edificj, tanto di genere umile quanto di genere grandioso, inteso l'argomento nel senso scientifico e tecnologico. — Milano, 1842, in-8.° con 4 tavole in rame. Lir. 2.

Restelli Francesco. Dell' influenza delle associazioni industriali e commerciali sulla prosperità pubblica, e dei più congrui mezzi per tutelarle. Memoria premiata. — Milano, 1845, in-8.° Lir. 2.

Meguscher Francesco. Memoria premiata in risposta al quesito: Additare la migliore e più facile maniera per rimettere i boschi nelle montagne diboscate dell'alta Lombardia, e per conservarli e profittarne. — Milano, 1847, in 8-°, di pag. 414. Lir. 3.

Nava e Selmi. Sul caglio vitellino. Memorie premiate pel concorso Cagnola del 1857. — Milano, in-8.° Lir. 2.

Rapporti sulla malattia dell' uva negli anni 1852-56. Fascicoli 5 a Cent. 50 cadauno

Rapporto sull' annata bacologica 1856. Cent. 50.

Riassunto dei lavori della Commissione sulla malattia dell'uva. — Milano. 1858. Cent. 25.

CONTIENE:

Lombardini. — Sulle inondazioni avvenute nella Francia in questi ultimi tempi, e sui provedimenti proposti per apportarvi rimedio . . Pag. 141

Magrini. — Metodo facile ed economico di costruir macchine elettriche molto potenti . . . . . » 249

—— Sopra alcuni effetti della scarica che danno indizj di trasporto delle molecole dei conduttori . . . . . » 157

Zambelli. — Se gli Arabi del medio evo abbiano avuto qualche influenza sui principii della moderna letteratura, segnatamente su quelli della inglese e tedesca . . . . . » 263

MEMORIE

DELL'I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOL. VII. — FASC. V.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1858

	ERRORI	CORREZIONI
Pag. 265 . . . . . linea 19	(anno di Roma 620-750)	(anni di Roma 620-750)
» 267 . . . . . » 9	ma a questi periodi, se pure corrispondono	ma questi periodi, se pure vi corrispondono
» *ivi* nota (2) » 17	πατηρ	πατήρ
» *ivi* col. 2 » 24	αξων αμ-αξα	ἄξων ἅμ-αξα
» 268 » (4) » ult.	ἀρότρον	ἄροτρον
» 270 » (1) » 4	*si aggiunga:* Cf. anche nell'opera, *Indigenous Races of the Earth*. Philadelphia, 1857, la Memoria di Alfredo Maury, pag. 40.	
» 274 » (1) » . .	*Origg., lib. II ex Prisciano*, l. V	*Origg. lib. II ex Prisciano*, l. V.
» 276 » (6) » . .	*il testo greco si legga così:*	Κτίσει δὲ χώραν ἐν τόποις Βορειγόνων . . . . . . Πύργους τριάκοντ', ἐξαριθμήσας . . . .
» 277 » (2) » 5	Ritter, *Geschichte der Philosophie, alter Zeit.*	Ritter, *Geschichte der Philosophie alter Zeit.*
» 281 » (2) » 4	ἔθνους	ἔθνους
» 286 » (3) » . .	. . . . ἀριστοκρατεῖται δε και τα	ἀριστοκρατεῖται δὲ καὶ τὰ
» 297 » (2) » 2	προς	πρὸς
» *ivi* » . . . » 3	ἐπιτραψασαι	ἐπιτρέψασαι
» *ivi* » (3) » . .	Εἰ μὲν ουν βουλήσονται αὐτοὺς	Εἰ μὲν οὖν βουλήσονται αὐτοὺς
» 299 » (1) » 2	πρός	πρὸς
» 301 » . . . » 20	tra le città greche. che	tra le città greche che
» *ivi* » . . . » 21	e che il cittadino	che il cittadino
» 310 » . . . » 6	Questi, eletto	Questi adunque, verosimilmente a foggia del dittatore albano, eletto
» 314 » . . . » 29	che appartenesse	che questa città appartenesse
» 326 » . . . » 25	annientate dal console L. Furio Camillo; Camillo	annientate dal console L. Furio Camillo. Camillo
» 328 » . . . » 15 e 16	di dipendenza o di servitù: gli altri in quella	di dipendenza o di servitù, gli altri in quella
» 331 » . . . » 21	di cotesta città	di coteste città
» 335 » (6) » 7	τον	τὸν
» 337 » . . . » 18	che non in Roma	che non nella romana
» 338 » . . . » 24	nell'argomentazione	coll'argomentazione
» 342 » . . . » 2	diverse convivenze	ultime convivenze

Il primo numero di pagina di questo fascicolo dev' essere il 273 in luogo del 265, e così di seguito.

LA SOCIETÀ LATINA,

MEMORIA

DI

FRANCESCO ROSSI

Letta in varie adunanze del 1857 e del 1858.

La Società latina, perchè vi partecipò ed in essa per alcun tempo si svolse la romana, tiene sopra le altre società italiche quel grado d'importanza, che viene dai più stretti rapporti con quell'ordine sociale e civile, che è rappresentato dal diritto romano.

Intorno alle origini ed alle prime vicende di questa Società, diverse opinioni sono prodotte dagli scrittori moderni, di che per avventura fu principale cagione la diversità delle notizie che provennero dall'antichità.

Le narrazioni circa questa Società uscirono per la maggior parte da Roma: ma questa fonte non fu sempre tanto pura, che il falso non vi fosse talvolta mischiato col vero. Quivi la tradizione nazionale riusciva nei primi tempi incerta per i difetti materiali nella trasmissione delle memorie, alteravasi in qualche forma naturalmente per la durata stessa, e specialmente si corruppe per la mistura che ne avvenne coi miti greci intorno alle origini italiche e latine, importati forse in parte da alcune immigrazioni greche avanti la storia, ed assai probabilmente nella maggior parte dalle colonie della Magna Grecia. L'incendio dato a Roma dai Galli (anno di Roma 363) fece andar perduto, se non ogni monumento, molto verosimilmente qualcheduno di quelli che potevano fare qualche riscontro alle alterate tradizioni; ed i primi annalisti, che comparvero quasi due secoli dopo (anno di Roma 540), tranne qualche eccezione, sono per il maggior numero tenuti per mancanti di sufficiente notizia dell'antichità e di critica. Per verità, nel periodo così detto Varroniano (anno di Roma 620-750) furono rintracciati molti monumenti occulti, esaminati i sussistenti, interpretati con critica ed ordinati gli uni e gli altri, sicchè ne risultò una vera ristaurazione delle notizie antiche (1). Ma T. Livio dà indizio di non avere usato convenientemente di quest'opera, e Dionigi, quantunque volesse disingannare i suoi Greci di alcuni errori sulle origini romane, non appare che fosse sempre libero dall'influenza dei miti greci sulle cose italiche e latine (2). Del resto, sia

(1) M. Terenzio Varrone, che è il rappresentante di questo periodo, morto nell'anno di Roma 727, pubblicò un'opera in 41 libri, intitolata: *Rerum humanarum et divinarum antiquitates*, della quale trovasi qualche frammento nell'edizione Bipontina alla pag. 204 de' suoi scritti rimasti.

(2) Bröcker L. O., *Untersuchungen über die Glaubwürdigkeit der alträmischen Geschichte.* Basel, 1855.

Lewis Cornewall George, *An Inquiry into the credibility of the early roman history.* London, 1855.

Cf. anche Lachmann Frid., *De fontibus historiarum T. Livii commentatio prior.* Gottingæ, 1822.

che gli scrittori antichi abbiano fatto buon uso dei risultamenti delle investigazioni Varroniane, sia che no, generossi tra gli scrittori anteriori all'età Varroniana ed i susseguenti, tra quelli che si valsero degli scritti di Varrone e quelli che no, tra gli scrittori greci ed i romani che trattarono questa materia, una notabile varietà di narrazioni, e l'opera di Varrone, che poteva valere di riscontro alla veridicità di queste asserzioni, andò smarrita nella barbarie del medio evo. Per tal modo gli scrittori moderni che impresero a trattare questo argomento si trovarono davanti a questa varietà di notizie, privati di un grande criterio di verificazione. Ciò nonostante essi non si trattennero dall'impresa, e secondo le notizie che in tempi diversi poterono ottenere, e secondo le loro vedute, costruirono i loro sistemi intorno alle prime condizioni sociali italiche e latine.

Certamente che il cumulo delle notizie esibite dagli scrittori antichi rimane tuttora la materia storica dei tempi in questione, e certi fatti capitali, che sono nella loro essenza concordemente raccontati, hanno anche maggiori titoli di credibilità; parimente, le opinioni dei moderni, e talune principalmente, espresse nelle rappresentazioni di questi fatti, sono pure di gran momento nella presente questione. Ma quelle notizie e queste opinioni non ponno essere accettate senza le avvertenze sopraccennate, cioè senza cercare altri criterj di verità per verificarli. Questi criterj sussistono oggidì, e sono pure il risultamento delle speculazioni dei moderni. Essi hanno per iscopo di scoprire certi momenti della vita delle famiglie umane in mezzo alle contraddizioni della storia, dentro il velo dei miti, ed al di là ancora di ogni notizia di storia e di favola. L'etnografia co'suoi mezzi, specialmente di linguistica, l'archeologia investigata nell'organismo delle società, l'organismo sociale studiato nella sua natura possibile e probabile, la storia in fine meditata nella fisiologia morale dell'uomo e delle sue società, ci ponno fornire di siffatti criterj; con questi mezzi, secondo che sarà per me possibile, si farà opera di presentare riscontrati i fatti della presente questione.

Vico, che meditò la natura umana nella sua storia ideale eterna, con alquante proposizioni che ancora stanno e forse staranno sempre, tracciò i primordj delle società del genere umano, e ne determinò i modi per un tempo, al quale non sogliono arrivare le storie positive. Ora la linguistica specialmente propone un criterio, mediante il quale, in tempi anteriori alla storia, sono determinati in modo positivo diversi stadj nella primitiva condizione delle società umane, e questo criterio accenna di confermare le vedute del pensatore italiano del secolo XVII. Questa disciplina, a guisa della geologia che ci esibisce le sue età geologiche prima della attuale condizione della terra, già ci può in qualche modo tracciare, mediante la lessicografia per i tempi anteriori alla storia, le sue età, che ben si potrebbero chiamare *etnografiche*.

Queste età sono determinate da certe parole omofone del medesimo significato, comuni ai popoli che provengono dalla medesima origine, le quali si restringono nel numero per gradi in rapporto alla loro comunanza, a misura che si discende da maggiori a minori gruppi di popoli in una vita più particolareggiata, tanto che si perviene ad un popolo solo, colla sua lingua distinta nella sua vita speciale.

Queste parole rappresentano uno stato mentale comune o diverso, che dal suo canto esprime un certo modo di vivere ed un certo modo di società. Ecco come la linguistica ci potrà fornire i dati probabili dei diversi stadj sociali dei popoli latini prima della storia.

I popoli latini cogli Umbro-Sabelli costituiscono il lignaggio propriamente chiamato *italico* (1), ed appartengono, non occorre ripeterlo, alla grande famiglia indo-germanica od ariana.

Ora la linguistica indo-germanica rende cenni positivi dei periodi di tempo, in cui i diversi popoli della sua famiglia vissero insieme omogenei, e poi se ne separarono e se ne distinsero.

I popoli che da poi furono i Latini, potrebbero essere considerati, per rispetto a queste distinzioni, nel periodo indo-germanico, nell'europeo, nel greco-italico, nell' italico e nel latino; ma a questi periodi, se pure corrispondono alcune particolarità sociali, non sono però tali, fuorchè nei due estremi, da costituire distinte forme di società.

Non importa d'inoltrarsi in un'età anteriore alla distinzione delle grandi famiglie dei popoli, perchè ivi riscontrasi appena in qualche comunanza poco più che i nomi di paternità e di maternità, e niuna sufficiente traccia di società.

I popoli latini, nel periodo indo-germanico, hanno comuni coi popoli della lingua sanscrita i nomi generici della divinità, quelli di parentela, cioè di agnazione, di cognazione e di affinità; di poi, i nomi della casa, degli animali domestici, del carro e di qualche strumento, ma non vi ha traccia sufficiente di agricoltura, ed il bue non vi compare come aratore (2).

(1) Mommsen, *Römische Geschichte*. Berlin, 1856. 2.te *Auflage*, T. I, p. 11-14.

Qui non si fa tutta la questione etnografica d'Italia, perchè fu fatta in altra Memoria (V. *Memorie* dell'I. R. Istituto Lombardo, vol. IV, p. 105), ma è debito però di avvertire, che alcune opinioni colà espresse, sono qui modificate, secondo le nuove vedute in questa materia.

(2) Dal collega dott. Pietro Maggi mi furono cortesemente somministrate le seguenti notizie relative ai vocaboli sanscriti ed a qualche vocabolo zendo, trasportato da altra nota, nei loro rapporti col greco e col latino.

SANSCRITO.	GRECO.	LATINO.
	Nomi di religione.	
devah	θέος	deus
devah pitri	. . . . .	diespiter
pitrih (*a*).		
	Generici di uomo.	
narā o nri	ἀνήρ	
vīra	. . . . .	vir
	Di qualità morali.	
mānavah	. . . . .	manus, buono (*b*).
	Di parentela.	
pitri	πατηρ	pater
mātri	μήτηρ μάτηρ in dorico	mater
putrah	. . . . .	filius (c)
duhitri (*d*)	θυγάτηρ	
brātri	φρατήρ (*a*)	frater
svasri	. . . . .	sorur
dhava	. . . . .	maritus
vidhavā, (*b*)	. . . . .	vidua
giamatri	γαμβρός	gener
snusèia	νυός	nurus
svasurah	. . . . .	soccr
dēvara	δαήρ	levir
	Della casa e delle vesti.	
dhaman	δόμος	domus
dvarah	θύρα	fores
vasah	οἶκος	vicus, casa
vāstri	ἐσθής	vestis
	Degli animali domestici.	
svan	κύων	canis
gauh	βοῦς	bos, ceu-vacca (*c*)
avi	οἶς	ovis
asva (*d*)	ἵππος	equus
varāha		verres
hansah	χήν	anser
vi o vayah	. . . . .	avis
	Degli strumenti e somiglianti.	
akshah	ἄξων ἀμ-ἄξα	rota, axis
yuga	ζυγόν	jugum
nauh	ναῦς	navis
nah	νήθω	neo
sciv	. . . . .	suo
	Dei numeri, omofoni sino a cento.	
satam	ἑκατόν	centum

(*a*) I padri e i maggiori deificati. V. *Leggi di Manù*, I, 27, III, 192, ec.

(*b*) Varro, *De L. L.*, V, 2.

(*c*) *Puer*, più omofono, ma non del medesimo significato di *putroh*.

(*d*) Anche *mugnitrice*; indizio di vita pastorale.

(*a*) Della stessa curia o tribù.

(*b*) Da *ri*, senza, e *dhava* marito.

(*c*) Columella, *De re rustica*, lib. VI, c. 24.

(*d*) La lettera *s* delle parole sanscrite *svan* (canis) e *asva* (equus) mutasi, così in questi come in altri casi, nella lettera greca x e nella latina *c* ovvero *q*.

Da questa somiglianza sembra che si possa fare induzione, che i popoli sopraccennati vivessero già nella famiglia, con rapporti sviluppati ed avvertiti circa ai diversi membri che la compongono ed alle persone che vi hanno naturale attinenza, che conducessero vita pastorale, e si reggessero in patriarchia, perchè quella vita involge od ammette questa specie di regime. E poichè qualche parola di religione trovasi comune, e la religione fu la prima legge delle società umane, sembra naturale che il padre di famiglia od il patriarca fosse in quell'età anche il sacerdote, siccome ad un tempo il giureconsulto ed il magistrato del diritto divino con cui governava la famiglia o la tribù.

Se gli Indo-Germani, quando non erano ancora separati, conducevano già vita pastorale, è da notarsi che il genere umano costituito in questa famiglia si trova avere già oltrepassata la vita cacciatoria.

La parte che si pose in Europa della famiglia indo-germanica si distinse per parole, e quindi per idee e per genere di vita, da quella che rimase nell'Asia. I Greco-Itali, i Germano-Slavi, i Lituani, i Celti ebbero comuni tra loro alcune parole di agricoltura (1), le ebbero diverse da quelle dei popoli indo-germanici dell'Asia (2). Inoltre, trovasi anche un'omofonia in un istituto domestico e sociale, che è l'eredità (3). Certamente l'agricoltura rese necessaria la dimora fissa, fece più complicati i rapporti sociali, ed introdusse una maggiore determinazione nella proprietà; e di fatto, l'eredità fa supporre una proprietà riconosciuta e disposta in un qualche ordine, ed anche un'autorità che la governi dopo la dissoluzione della famiglia; ma nondimeno la patriarchia potè bastare a questa nuova complicazione, nè vi ha traccia che si formasse una società più complessa, ossia una società civile, in questo periodo.

Da questo tronco indo-germanico-europeo si distinse il lignaggio greco-italico. La religione, la vita domestica, l'agricola, diverse situazioni od atteggiamenti sociali hanno un gran numero di vocaboli comuni al greco ed al latino, ed anche, oltre alla comunanza dei vocaboli, diversi costumi sono comuni alle due stirpi (4). Un popolo agricoltore si fu

(1) Dal collega don Giuseppe Cassa mi venne pure cortesemente fornita la seguente comunicazione di parole slave, lituaniche, celtiche, ec.

Si omette il confronto delle parole latine colle greche, perchè è riservato ad una nota posteriore.

LATINO	aro, aratrum
TEDESCO ANTICO	aran, eren, erida
SLAVO	orati, oradlo
LITUANO	arti, arimnas
CELTO BRETONE	arar
IDEM	aradurez — *forma ricevuta dalla terra lavorata coll'aratro.*

LATINO.	hortus
TEDESCO MODERNO	garten

LATINO	mola
TEDESCO MODERNO	mühle
SLAVO	mlyn
LITUANO	malunas
CELTICO	malin

(2)

LATINO	aratrum
SANSCRITO	krish
ZENDO	keresh

Il vocabolo sanscrito *aritra* significa *remo* o *timon di nave*, quantunque sembri derivato dalla stessa radice di ἄροτρον, aratro, e di ἐρετμός, remo. Da questa somiglianza di suono e diversità di significato si vorrebbe inferire, che gli Indo-Germani rimasero insieme sino al punto che erano per formarsi gli strumenti speciali d'agricoltura, ossia sino al tempo in cui fu determinata la vita agricola.

(3)

LATINO	hæres
GOTICO	arbja
TEDESCO MODERNO	erbe, erbschaft.

(4) Lungo sarebbe il citare i vocaboli omofoni di eguale significato delle lingue dei due popoli, oltre quelli comuni alle altre lingue indo-germaniche. Nondimeno, si ponno riferire di preferenza i seguenti, come più opportuni all'uopo:

GRECO	LATINO
Ζεύς λυκαῖος	lupercus
ἀρόω	aro
ἄρότρον	aratrum

certamente il greco-italico, e di una agricoltura assai più avanzata che non si fu l'indo-germanico-europeo, ed ebbe perciò tutte quelle conseguenze che una maggiore complicazione di rapporti in questo genere di vita doveva trarre con sè. La dimora fissa della vita agricola doveva diventare più radicata; la natura della proprietà doveva tendere di più al possedimento distinto dei terreni, e di questa proprietà pur dovevano moltiplicarsi i rapporti, e con ciò l'amministrazione sociale. Di già si ha la distinzione delle genti, ossia dei lignaggi patriarcali, ed una riunione di genti nella fratria (φρατρία): e nel comune vocabolo *pena* (ποινή, *pœna*) (che anche nei tempi omerici sempre significava la soddisfazione data alla parte lesa per un omicidio commesso) si può facilmente riconoscere, che le società greco-italiche avevano già pensato all'abolizione della vendetta immediata, per sostituirvi la *composizione* tra l'offensore e la parte offesa, ciò che riesce al *widrigildo* del nostro medio evo. Ma ciò nonostante la patriarchia può aver bastato anche a questo ordine di cose; la società civile, ossia la città, non esce fuori da questa comunanza greco-italica, la πόλις e la πολιτεία sono diverse dalla *urbs* e dalla *civitas*.

In questa forma si separarono i Greco-Italici, ed emigrarono di nuovo in altri paesi, e si mossero per avventura per quelle cagioni che ponno far levare anche i popoli agricoltori. L'una di queste cagioni suole essere l'urto di altri popoli emigranti, e di questo urto può essere principalmente causa l'eccesso di popolazione sopra i mezzi di sussistenza. Ma anche l'agricoltura stessa nella sua infanzia potè avere sfruttato tanto i terreni senza ristorarli, da costringere il popolo che l'esercitava in un dato suolo, ad emigrare altrove.

In questa separazione greco-italica, quei popoli che divennero gli *Elleni*, si recarono nella penisola che da poi fu chiamata *Ellade*; quelli che divennero gli *Itali*, passarono nella penisola che ricevette da poi il nome d'*Italia*.

Fu detto or ora che questi due popoli ebbero idee e costumi comuni, oltre la comunione dei vocaboli. Di questi costumi sono citati, p. e., i pasti in comune, συσσίτια, e le federazioni, συμμαχίαι. Ciò potè avvenire perchè essi avevano già contratto insieme le disposizioni a questi resultati. Ma vorrebbesi anche investigare, se ciò procedesse veramente da una disposizione speciale indo-germanica o greco-italica, o non piuttosto da quelle disposizioni che sono comuni al genere umano.

E per toccare degli esempj succitati, non so che dire in quanto ai pasti in comune, ma in quanto alle federazioni si può affermare quasi che esse siano, nella essenza, una ne-

GRECO	LATINO
ἀγρός (*a*)	ager
νεός	novale

(*a*) La misura dei campi ha la stessa base presso i due popoli, poichè il πλέθρον, come il *versus*, comprende 100 piedi quadrati. Questa coincidenza di misura può essere accidentale, ma può anche essere stata iniziata al momento che i due popoli erano per separarsi, come per altri oggetti osservasi lo stesso caso, onde portarono con sè la cosa comune, e la nominarono dappoi diversamente.

In quella vece è da avvertirsi, che i nomi dei grani ponno trovarsi comuni tra popoli che non hanno esercitata l'agricoltura in comuno, perchè siffatti popoli ponno aver abitato insieme un territorio, dove questi grani nascessero spontanei.

GRECO	LATINO
χόρτος	hortus
ῥαφανός	rapa
οἶνος	vinum
ἐλαία	oliva
πτήσσω	pinso
χιτών	tunica
φρατρία	curia (*frater*)
γένος	gens
ποινή	pœna
λογχή	lancea (*l'arma principale*)

cessità delle famiglie umane. Anzi, vuolsi prendere questa occasione per dire, che certi grandi fatti del genere umano, quando si trovò ancora nelle condizioni primitive, siccome p. e. le emigrazioni delle famiglie o delle tribù, non potevano essere forse eseguiti che col mezzo della federazione o permanente od occasionale.

I Latini vennero in Italia come Itali, ed assai probabilmente ci pervennero per terra. Intanto occorre di avvertire che il vocabolo di *vela* non è comune tra il greco ed il latino (1); e se una navigazione in mare, anche non troppo lungi dalle rive, non è facilmente pensabile senza l'uso della vela, gl'Itali, che al punto di separazione dagli Elleni non avevano in comune che la navigazione a remi, non sarebbero venuti in Italia per mare. Ma se la possibilità di attraversare un tratto di mare molto largo coi mezzi nautici di quei tempi potesse anche essere ammessa, è da considerarsi inoltre, che la procedenza della immigrazione dipende dalla gran marcia dell'emigrazione mondiale, e quella degli Itali specialmente dalla marcia della famiglia ariana, la quale sembra che movesse naturalmente in via diritta per una gran zona di territorio dall'oriente all'occidente, e non deviasse a sinistra nelle penisole od a destra, se non per una nuova causa. Quando emerse questa causa, ed il lignaggio greco-italico si trovò nelle condizioni di sentirne gli effetti, si diramò nelle due penisole, come fu già accennato, e quelli che dovevano diventare gli Itali entrarono in Italia per i passi delle Alpi.

Ora di questo lignaggio italico, quella popolazione che è trovata dimorare alle pianure, nelle larghe campagne, fu per avventura quella che occupò il territorio prima delle altre popolazioni che si posero ai monti; perchè gli uomini si collocano più presto nei luoghi agiati che nei difficili, e questi luoghi agiati erano forse quelle larghe campagne al piano, che in lingua latina furono da poi chiamate il Lazio, e quindi i Latini sarebbero stati quelli che abitarono il paese prima degli Umbro-Sabelli, che passarono ai monti (2). Ma di questi Umbro-Sabelli alcune irruzioni scesero poi nel Lazio (3), e vi si stabilirono, e furono i Rutuli ed i Volsci, gli Equi e gli Ernici. I dintorni di quel cratere vulcanico, dentro al quale sorse un lago, e fu chiamato Albano, siccome il luogo più felice di quel paese, poterono essere le prime sedi di questi Latini, ed Alba la prima posata. Altri centri di collocamento di questa immigrazione furono per avventura anche

(1) LATINO velum GRECO ἱστίον.

La navigazione per fiumi e lungo le coste di mare dovette essere antichissima, perchè è praticata anche dai selvaggi d'oggidì colle loro piroghe.

(2) Mommsen, *Römische Geschicte*, p. 31 e segg.

(3) Strabo, *Geographia*, lib. V, p. 228-29. Ἑξῆς δὲ ἡ Λατίνη κεῖται ἐν ᾗ καὶ ἡ τῶν Ῥωμαίων πόλις, καὶ πολλὰς συνειληφυῖα τῆς μὴ Λατίνης πρότερον. Αἴκοι γὰρ καὶ Οὐόλσκοι καὶ Ἔρνικοι Ἀβοριγῖνές τε οἱ περὶ αὐτὴν τὴν Ῥώμην καὶ Ῥουτοῦλοι οἱ τὴν ἀρχαίαν Ἀρδέαν ἔχοντες, καὶ ἄλλα συστήματα μείζω καὶ ἐλάττω ἃ περιοικοῦντα τοὺς τότε Ῥωμαίους ὑπῆρξαν, ἡνίκα πρῶτον ἔκτιστο ἡ πόλις.

Mommsen, *Röm. Gesch.*, p. 33 e segg.

Corradinus-Vulpius. *Vetus Latium profanum et sacrum*, passim.

Bormann, *Altlatinische Chorographie und Städtegeschicte*. Halle, 1852, p. 7-9, 33-36.

Intorno a queste intrusioni umbro-sabelliche vorrebbesi notare, che quella denominazione di rapporto di tempo, che, secondo le diverse congetture d'immigrazione, era data ora agli uni ora agli altri popoli che furono tenuti per avere abitato prima degli altri il Lazio, quella denominazione di *Prisci*, *Prisci Latini*, *Casci* (e quest'ultima è voce sabina che significa *Prisci* (Varro, *De lingua latina*, ed. Müller, Lipsiæ, 1843)) potrebbe essere stata applicata ai popoli trovati nel Lazio da cotesti Umbro-Sabelli, cioè poterono cotesti Umbro-Sabelli avere chiamati *Casci* in loro lingua gli abitanti che trovarono in questo paese; e questa denominazione, tradotta in latino, essere tenuta per il nome degli antichi abitanti.

Tibur, Preneste, Tusculum, Labicum, Gabii, Nomentum, Laurentum, Lavinium. Ma Virgilio accenna diverse città come fossero colonie di Alba; Livio ricorda pure alcune colonie mandate fuori da Alba sotto il re latino Silvio; e Dionigi racconta che Alba emettesse trenta colonie (1). Queste asserzioni potrebbero bene essere un riscontro od un eco di un fatto, che Alba fosse stata il centro di diramazione, ossia la generatrice del popolo latino. Gli altri centri ora indicati poterono essere stati subalterni ad Alba; ma tra questi vi ha Lavinio, che dalla favola invece è posta come il centro del popolo latino (2), donde Alba ed i padri albani. Plinio parla di cinquantatrè terre latine che erano perite senza vestigia (3). Ciò darebbe indizio di molta antichità in queste terre, mentre Dionigi asserisce (4) che Alba, quando cadde, aveva durato 487 anni. Ciò nonostante, il favore della situazione, l'asserita emissione di colonie, ed un consenso di tradizioni o notizie che attribuiscono ad Alba una superiorità sopra le altre terre latine, la quale potrebbe essere anche fino ad un certo punto la conseguenza della sua condizione di madre patria, farebbero piuttosto inclinare ad ammettere che Alba fosse stata questo centro comune. Ma bisogna pur confessarlo, queste non sono che congetture di un possibile, il quale non troppo difficilmente può essere sostituito da un altro possibile.

I popoli latini poterono essere già costituiti in società patriarcale prima della loro venuta in Italia, se essi già da prima conducevano vita pastorale, e molto più, se esercitavano già l'agricoltura. In Italia l'apparizione delle loro società risale ad una antichità assai rimota, e doveva pure essere assai rimota, se i Latini pervennero in Italia allo stato di patriarchia in un'età etnografica. Essi esercitavano l'agricoltura, ed un'agricoltura avanzata: tuttavolta anche in queste condizioni la vita pastorale non aveva ancora perduta la sua importanza, e pare che fosse, più o meno secondo i luoghi, con essa associata, se la proprietà, che cominciò ad essere più specialmente avvertita nella vita pastorale, conservò anche in una tarda vita agricola un nome tolto dai possedimenti pastorali, cioè la *pecunia* (5). In un tempo pur rimoto le società latine mostransi anche già strette in qualche vincolo federale (6), o meglio in consuetudine di federazione.

I popoli latini vissero in una confederazione, la quale aveva apparenza di essere anche politicamente permanente, ed in questa confederazione col processo del tempo fu accolta anche la società romana. Ma Roma entrando nel corpo latino ne modificò la condizione, donde naturalmente, a chi vuole tessere la storia di questa confederazione, essa si presenta distinta in due parti, delle quali la prima è costituita del periodo anteriore alla accessione di Roma; la seconda, di quello che comprende questo Stato nel corpo federale.

(1) Virgilius, *Æneis*, VI, v. 773 e segg.
Livius, I, 3.
Dionysius, *Antiquitates Romanæ*, III, 31.

(2) Klausen (*Æneas und die Penaten*. Hamburg, 1840, T. II, p. 675 e segg.) stima che non sia verisimile che Lavinia sia stata fondata prima di Alba.
Cf. anche Niebuhr, *Römische Geschichte*. Berlin, 1853, p. 113-115.
Naegelé, *Studien über altitalisches und römisches Staats-und Rechtsleben*. Schaffhausen, 1849, p. 230.

(3) *Historia Naturalis*. III, 9.

(4) III, 31.

(5) XII Tabulæ, Tabula V — *Paterfamilias uti legassit super pecuniæ tutelæve suæ rei, ita ius esto.*

(6) Plinio (*Hist. Nat.* III, 9), enumerando molte terre e popoli, dice: *et cum his carnem in monte Albano soliti accipere populi Albenses*, cioè a partecipare al banchetto latino. Il catalogo dei popoli prodotto a questo luogo da Plinio sembra assai antico, poichè egli dice che di essi molti erano periti senza traccia.

Confederazione prima dell'accessione di Roma.

La federazione suole essere il veicolo col quale le patriarchie passano alla società civile. Vico, che immaginò che l'unione dei padri patriarchi costituisse quella causa comune che fu la patria, asserendo che cotesti conservavano interi i loro governi domestici in questa unione, fin dove l'interesse comune, ossia il bene della patria lo permetteva, disegnò pure l'essenza di una federazione. Se non che, quando coteste patriarchie si riuniscono in un centro materiale solo, si fanno assai prossime alla società civile, ed in questa assai più presto apparentemente si convertono, che non allora quando rimangono disperse per luoghi materialmente separati. In queste circostanze le patriarchie o le tribù, quando si riuniscono in federazione, lo fanno in un modo più o meno permanente, secondo i bisogni da cui sono mosse, e talvolta non avendo costituita una federazione che in potenza od in attitudine, non la riducono ad atto se non in determinate occasioni. Così adoperavano le società sabino-osche, e così pare che adoperino oggidì gli Arabi, retrogradati alle prime forme sociali, ed i Cabili, dei quali le società sono nominate per i rapporti di paternità. Ma la federazione non emerge soltanto per la riunione delle patriarchie. I medesimi motivi che spingono cotesti sistemi a confederarsi, ponno indurre le società civili ad effettuare il medesimo atto.

La comunanza di origine, e quindi molto facilmente la religione comune, la vicinanza di domicilio, alcuni interessi economici, siccome il bisogno di permutarsi le derrate, ponno indurre alcune popolazioni a trovarsi qualche volta insieme, ed il bisogno ed il sentimento della comune difesa può averle obbligate a confederarsi. Le società latine, costituite in questi termini, pervennero molto naturalmente a questo risultato.

Fu accennata superiormente la questione intorno al punto di diramazione nel Lazio delle popolazioni latine, e fu mostrata qualche inclinazione a credere che Alba potesse essere stata questo centro propagatore. Tra i motivi della preallegata inclinazione fu addotto, nei limiti di un certo punto, quello, che essa fosse stata la capitana o la signora delle altre terre del Lazio. Ma fu avvertita espressamente questa limitazione, perchè la superiorità di Alba non avrebbe potuto stabilirsi sulle città latine direttamente in conseguenza della sua qualità di madre patria, ma soltanto perchè avrebbe avuto una circostanza favorevole a questo uopo anche nel possedere questa qualità. Quand'anche Alba fosse stata il centro generatore del popolo latino, in quello stato di civiltà che si suppone in quei tempi, non era forse possibile che essa, per questo fatto solo dell'emissione della sua popolazione, potesse crearsi un dominio sopra i fuorusciti. L'emigrazione o l'emissione di un popolo per sè non involge la condizione di dominio della madre-patria sopra gli emigrati; le primavere sacre dei Sabelli e le colonie greche ne sono una prova; ed in un tempo in cui il governo civile appena si ordinava, non è facilmente presumibile che Alba, con quei mezzi che erano quasi insufficienti per sè stessa, potesse reggere le società di quelli che da essa si allontanavano. Se Alba adunque emerse in una superiorità sopra il Lazio, lo fu per avventura per un altro processo, che si accennerà tra poco.

Le popolazioni latine, disperse per diversi centri del Lazio (1), poterono essere indipendenti dal loro punto di partenza, e poterono, nei modi prealleganti, dalle loro patriarchie costituirsi in piccole città, come si presentano nella storia (2); ma dovettero alla fine anche costituirsi nella grande confederazione latina, poichè parimente nella storia compajono in questo stato.

Fu suggerito che la federazione fosse stata da prima tentata nel Lazio per piccoli gruppi, e fu citata anche taluna di coteste piccole federazioni. Intanto, di qualche popolo umbro-sabellico del Lazio, siccome degli Ernici, appare che si fosse formata una federazione, che aveva il suo centro in Anagnia; e così degli Equi indicherebbesi una distinta lega; ma i Rutuli mostransi confusi coi Latini; e dei Volsci, mentre la loro maggiore federazione va disgiunta dai Latini e fa parte delle società sabino-osche, quelli che si trovano involti nel corpo latino, ci stanno come popoli individuali, come Ecetrani, come Veliterni p. e., alla foggia dei singoli popoli latini.

Tra le piccole federazioni latine vorrebbesi primamente indicare quella di Alba, la quale sarebbe composta delle sue trenta colonie. Così questa emissione di popolo, invece di essere la propagazione di tutto il popolo latino, sarebbe la creazione di un piccolo corpo ristretto alla sede di Alba, e con essa avrebbe fatto un sistema particolare. Fu asserito anche che gli *Albenses*, nominati nel luogo sopracitato di Plinio (3), diversi dagli Albani ivi pur nominati, i quali erano gli abitanti della città di Alba, fossero cotesti coloni di Alba. Ma trovasi invece che gli *Albenses* sono gli abitanti di *Alba Fucentia* (4), i quali, essendo di città latina, potevano pure essere rammentati in quel luogo di Plinio. Di poi, se cotesti *Albensi* sono da riceversi come sono rappresentati da Plinio, partecipanti al banchetto del monte Albano, sarebbero federati latini, e non confederati o sudditi ristrettamente di Alba. Così anche Dionigi, che fu l'introduttore nella storia di coteste trenta colonie nel senso politico, evidentemente le scambia, o le riguarda come città latine, poichè da poi soggiunge che Tullo Ostillio, dopo la caduta di Alba, mandò ad ordinare alle città latine che ne dipendevano, che riconoscessero la supremazia di Roma, sostituita per la vittoria a quella città (5); e Cincio Alimento, annalista accreditato, aveva già detto (6) che, dopo la distruzione di Alba, i popoli e le città latine si governarono in eguaglianza nel consiglio federale presso la Ferentina; donde risulterebbe che le terre che erano con Alba o dipendevano da Alba, si chiamassero latine. Pare che se queste terre o città erano chiamate albane, provenisse da ciò, che Alba allora era il centro o la capitana del corpo latino, donde da essa nominavansi le terre ed il sistema che era da essa signoreggiato; e quindi non si ha una ragione sufficiente per ammettere una particolare federazione albana.

(1) V. Lorenz Gottlob, *De Dictatoribus Latinis et Municipalibus, pars prior* (Grimæ, 1841, p. 6-7), dove è confutata l'opinione di quelli che credevano che il Lazio nei primordj fosse soggetto ad un solo re, ed indica che vi erano tanti Stati quante erano città, ed accenna anche alle vestigia della esistenza di re (o regoli), oltre a quelli di Laurento, di Lavinia, di Alba.

(2) Bormann, *Altlatinische Chorographie und Städtegeschichte.* V. anche il luogo sopracitato di Plinio, H. N., III, 9.

(3) *H. N.*, III, 9.

(4) Varro, *De Lingua latina*, VIII, 18. ed. Müller, 1853. Strabo, *Geogr.* V, p. 240.

(5) *Ant. Rom.*, III, 31.
Cf. anche Niebuhr, *R. G.*, p. 363.

(6) Festus, *Prætor ad portam.*

Un' altra di queste piccole federazioni sarebbe quella di Aricia o di Tusculo, la quale potrebbe per avventura inferirsi da un passo di Catone nelle *Origini* (1). Questo passo, citato da Prisciano, è del seguente tenore: *Lucum Dianium in nemore Aricino Egerius Laebius Tusculanus dedicavit, dictator Latinus. Illi populi communiter Tusculanus, Aricinus, Lanuvinus, Laurens, Coranus, Tiburtis, Pometinus, Ardeatis, Rutulus,* ec. Ora qui Prisciano cita questi nomi di popoli per uno scopo soltanto grammaticale (2), cioè per mostrare come gli scrittori più antichi facessero terminare in *tis* quei nomi di popoli che al suo tempo avevano la desinenza in *as*, siccome *Capenas, Arpinas, Ardeas,* donde viene che questo scrittore per avventura non avrebbe trascritto dall' elenco di Catone che i nomi sino a quello di *Ardeatis* all' incirca, ed avrebbe tralasciato i seguenti, come inutili al suo scopo. Per questa cagione non si può essere certi che non fossero qui annoverati da Catone tutti i popoli che all' epoca di quella dedicazione appartenevano a tutto il corpo latino, e che non si avesse qui, invece di una federazione particolare, tutta la confederazione latina. A ciò, se si aggiunge quella carica di *dictator Latinus,* di cui era investito il dedicatore, avvi una coincidenza, che favorisce l' opinione che qui sia seguito uno scambio della confederazione latina colla parziale aricina. Nè la dedicazione del Dianio nel bosco di Aricia trae con sè necessariamente la conseguenza che questo luogo fosse il centro di una federazione particolare, poichè esso poteva essere uno dei diversi santuarj federali latini.

Contuttociò, se coteste piccole federazioni non ponno essere provate, pure di somiglianti, formate nei modi e per i motivi preallegati, furono certamente possibili, e poterono, quando che fosse, per i medesimi motivi collegarsi come unità federali in una maggiore confederazione, che sarebbe stata propriamente la latina, alla stessa guisa che vedonsi oggidì le tre leghe dei Grigioni rappresentarsi come un solo cantone nella Confederazione svizzera. Ma se fu possibile il modo di formazione ora rammentato, potrebbe forse parere più naturale quello che sarebbe avvenuto insensibilmente, cominciando alla foggia di gomitolo, coll' unirsi ad un primo nucleo qualche terra vicina, e così di seguito, secondo i bisogni, le altre meno vicine, tanto che si pervenne ad una composizione che rimase per l' intera. Così in effetto formossi la Confederazione svizzera nel medio evo. Questo primo nucleo potè essere per avventura quel centro di popolazione donde partirono le diverse emigrazioni a formare i popoli latini, il quale, se fu tanto pregnante di famiglie per potere inviarne al di fuori, potè ancora rimanere abbastanza forte per emergere in potenza sopra le altre popolazioni emigrate. Così queste popolazioni, divenute indipendenti per l' emigrazione, serbando memoria della loro origine, esercitando il medesimo culto, avendo naturalmente interessi comuni, secondo che i bisogni, massimamente di difesa, più le stringevano, sarebbero venute a mano a mano ad accostarsi a quel punto d' onde erano partite, e con esso, se non materialmente, moralmente si sarebbero riunite; e così quelle colonie albane, che si sarebbero separate da Alba forse per un eccesso di popolazione, per cercare una dimora in luoghi di più facile sussistenza, in somma per un proprio motivo di emigrazione, ci sarebbero ritornate come Stati federati latini.

(1) *Origg., lib.* II *ex Prisciano*, I, V.

(2) Naegelè, *Studien über altitalisches und römisches Staats-und Rechtsleben*, pagina 175. n. 57.

Ma fu congetturato anche, che coteste trenta colonie albane facessero federazione insieme colle trenta città latine sovrane, di maniera che la confederazione latina si componesse di sessanta elementi federali, di cui trenta erano sovrani e trenta no; ed in appoggio di questa congettura fu asserito, che dei seicento custodi dei Penati che da Alba erano mandati a Lavinio, ne fossero scelti dieci da ciascuna terra, in modo che trecento provenissero dalle trenta città latine, e trecento dalle trenta colonie albane: e fu pure espressa l'opinione, che, a malgrado di questi sessanta elementi, il numero delle trenta città della confederazione rimaneva però sempre immutato per una ragione di stabilità, fondata sulla potenza dei rapporti numerici nelle forme politiche dell'antichità, di cui si ragionerà più sotto (1).

Niebuhr invece porta opinione che coteste colonie fossero le tribù rustiche di Alba (2). Queste opinioni forse procedono in genere dal credere di avere una ragione bastante di tenere distinto ciò che era strettamente albano, da ciò che era comunemente latino. Ma circa alle trenta colonie che facevano corpo colle trenta città latine, debbesi intanto rammentare che, al luogo della questione delle piccole federazioni latine, sarebbe stato dimostrato non esservi una ragione sufficiente per ammettere una particolare federazione albana distinta dalla latina; di poi vorrebbesi qui soggiungere, che da questa congettura dei sessanta elementi federali, la questione riceve piuttosto imbarazzo che scioglimento, perchè non si sa come determinare la posizione legale delle colonie albane nella confederazione, sia in rapporto ad Alba, sia in rapporto alle città latine, se ciascuna di esse pur costituiva un ente federale, o piuttosto, per giungere ad un risultato possibile, si conviene di fare altre congetture; il che riesce a qualche cosa di esorbitante (3).

La congettura di Niebuhr circa alle tribù rustiche sembra avere maggiore probabilità. Ma se coteste colonie albane procedono dall'asserzione di Dionigi (4), questo scrittore troppo chiaramente riguarda coteste colonie per quegli enti politici latini che facevano sistema con Alba. Non vi ha mestieri di ricorrere a speciali elementi albani per ispiegare la potenza di Alba in suo nome. Alba, finchè stette, rappresentava il corpo latino, e lo copriva col suo nome. Vi ha una specie di concento di Virgilio, di Livio, dello stesso Dionigi, e, prima di cotesti, dell'annalista Cinzio Alimento (5) per significare che, per quel tempo, tutto ciò che era latino aveva rapporto ad Alba, riceveva indirizzo da quella città, e con essa costituiva un sistema politico; il che eziandio, se i fatti avvennero come appajono, pare anche più conforme all'andamento naturale delle cose.

La confederazione latina non componeasi che di Latini, o di popoli che erano divenuti individualmente Latini, siccome alcuni dei Volsci. Gli Ernici e gli Equi, i quali in molte imprese compajono congiunti coi Latini, non pare che ne facessero propriamente parte, perchè se gli Ernici sono compresi nel trattato che Tarquinio Superbo conchiuse coi Latini e con alcuni popoli dei Volsci, ed intervengono in quella occasione alle ferie

(1) Naegelli, *Studien, etc.*, p. 171 e 172

(2) *R. G.*, p. 363.

(3) Si potrebbe, p. e., supporre che Alba, capitana della confederazione latina, poteva portare nel corpo federale anche i suoi immediati dipendenti, come erano coteste colonie, per mantenere od accrescere la sua potenza, alla stessa guisa che i re di Francia dei tempi feudali introducevano nel corpo dei grandi vassalli della corona, i vassalli particolari che essi tenevano come conti di Parigi e duchi d'Orléans, mediante i quali essi acquistavano maggiore influenza in quell'adunanza suprema.

(4) III, 31.

(5) Festus. *Prætor ad portam.*

latine (1), questo trattato che avrebbe stabilita una supremazia di Roma, dopo il regifugio non ebbe più valore, e gli Ernici nelle adunanze susseguenti alla Ferentina non vi si mostrano. Che se essi, nel medesimo tempo che si celebravano le ferie latine al monte Albano, facevano pure una festa in Anagnia in relazione a quelle ferie, siccome i Romani ne facevano un' altra sull'Aventino, questo fatto non è sufficiente a dimostrare che vi fosse una confederazione tra gli Ernici ed i Latini. Appresso a ciò vuolsi avvertire che la lega Ernica durava ancora nell' anno 447 di Roma, cioè dopo l' estinzione della confederazione politica latina, che cade nel 417, poichè da quell' anno gli Ernici, nel concilio di tutti i popoli (Ernici) raccolti nel circo di Anagnia, intimarono la guerra a Roma (2); il che dà pure indizio che la lega ernica era una cosa distinta dal corpo latino.

I Romani, quando divennero federati latini, intervenivano alla Ferentina. In quanto agli Equi, non si trova che essi partecipassero a quella adunanza ed alle sue ferie. Ora egli è propriamente nelle adunanze alla fonte dell' acqua Ferentina, che i popoli latini manifestavano in forma legale solenne la loro condizione federale. Se queste osservazioni stanno, vorrebbesi suggerire invece, che gli Ernici, e forse anche gli Equi, fossero uniti al corpo latino in alleanza che poteva essere anche permanente, a quella stessa legge, con cui sino verso la fine del passato secolo la repubblica di Ginevra e le Leghe Grigie erano alleate della Confederazione svizzera.

La confederazione latina formatasi ne' suoi maggiori termini, era chiamata promiscuamente con diversi nomi, siccome di *Fœdus latinum*, τὸ κοίνον τῶν Λατίνων, *Commune latinum*, *Nomen latinum*.

La quantità dei popoli (3) che composero questa confederazione, secondo le conquiste o le perdite, doveva materialmente variare. Virgilio e Plinio hanno indicato od accennato numeri diversi di popoli che fossero nel Lazio, e Strabone (4) fa intendere che il Lazio era ora più grande, ora più piccolo. Si trovano i numeri 8, 9, 23, 24, 30, 47 o 53 per rappresentare i popoli latini (5). Se cotesti popoli adunque avessero costituita la materia numerica della confederazione che si formava o si formò da poi, se il Lazio di Strabone volesse significare la confederazione, vi sarebbe pure una diversità di numero negli elementi federali. Ma Licofrone pronunzia il numero di trenta borgate fondate da Enea (6) nel paese dei Borcigoni (Aborigini), Dionigi (7) indica pure questo numero per le città latine, e Livio del pari ricorda il medesimo numero di popoli latini come che fosse il regolare (8). Da questa varia indicazione degli scrittori nacque la controversia, se il numero legale dei popoli federati latini fosse variabile secondo le circostanze, ovvero costante di diritto, e se questo numero costante

(1) Dionys., IV, 49.

A questo luogo Dionigi racconta come se Tarquinio Superbo fosse stato il fondatore delle ferie latine; ma questa asserzione non è tenuta per vera, poichè Plinio (*H. N.*, III, 9) narra che, in tempi antichissimi, molti popoli latini solevano celebrare un banchetto al monte Albano.

(2) Liv., IX, 42. *Id ægre passi Hernici consilium populorum omnium habentibus Anagninis in circo quem Maritimum vocant, præter Alatrinatem, Ferentinatemque et Verulanum, omnes Hernici nominis populo Romano bellum indixerunt.*

(3) La voce *popoli* qui significa il popolo politico, e la città o lo Stato che aveva una esistenza politica propria, ed entrava nella confederazione.

(4) *Geograph.*, V, p. 229 e segg.

(5) Naegelé, *Studien*, p. 175.

(6) Nella *Cassandra*, v. 1253 e segg.: Κτίσαι δὲ χώραν ἐν τόποις Βορειγόνων πύργους τριάκοντα.

(7) III, 31. (8) II, 18.

fosse il trenta. Fu asserito che gli scrittori greci che indicano questo numero si riferiscono a leggende greche, che taluni, se pure indicano il trenta, non appare che ciò facciano per esprimere un numero costante determinato, ma che potrebbe avvenire che questo numero fosse da essi indicato come variabile, al pari di qualunque altro, e, solo per caso, coincidente con quel numero che si tiene costante di diritto. Si può dire anche, che il numero doveva essere variabile per la natura delle vicende, e che in effetto fu anche indicato diverso da alquanti scrittori. Ciò non ostante, non si può a meno di non tenere conto che questo numero di trenta è pure non di rado indicato dagli scrittori; che esso ricorre in diversi ordinamenti interni della città romana, che pure teneva del latino; che talvolta esso appare in una certa forma solenne, come di carattere legale, e che il trovarsi anche nei miti, come accenna Licofrone, darebbe indizio che esso fosse qualche cosa di fisso nell' opinione del popolo. Dipoi vorrebbesi suggerire che il numero variante, che talvolta occorre, potrebbe procedere da ciò, che gli scrittori allora scambiassero il numero di fatto col numero legale. Ma come poteva avvenire questo scambio? Che cosa era questo numero legale?

Il numero legale delle città federate latine, quando la confederazione si riconobbe per intera, potè essere di trenta; ma nel processo del tempo, ritenendosi pure il trenta per numero legale nell' organismo ideale, si aumentò o si diminuì il numero di fatto secondo le accessioni o le secessioni, e secondo questo fatto poterono essere numerati i federati latini. Vi ha ancora da considerare che talvolta non erano numerati tutti i federati, ma soltanto quelli che prendevano parte ad un' impresa. In quanto poi alla natura di questo numero legale c' è una veduta che importa di esaminare. Quel numero *trenta* che ricorre, come fu già accennato, negli ordinamenti della città romana, vorrebbesi che avesse un carattere piuttosto organico che di quantità. Niebuhr avvertì a questo modo di considerare i numeri, ovvero alla forza dei rapporti numerici nelle forme politiche dell' antichità (1). Il numero era tenuto per qualche cosa di organico, e lo Stato grande o piccolo non era ritenuto intero nella sua organizzazione, se non era consistente in quel numero di parti che era richiesto dalla sua essenza. Non è detto su quali principj si poggiasse questo asserito organismo numerico: ma queste vedute ci portano a pensare all' indole del numero pitagorico, ed anche se nelle disposizioni pure non avvertite della mente, possano apparire a lei il numero o certi numeri, siccome elementi di un tutto o di un sistema che in essi trovi la sua perfezione od il suo compimento.

Pitagora od i Pitagorici per cominciare una filosofia pensarono che si dovesse prendere le mosse da un dato semplice, perchè tutto ciò che non è semplice presuppone il semplice e ne esige il concetto (2), ed a forza di astrazione si avvisarono di averlo trovato nel numero, sopra il quale il potere astrattivo non ha più alcuna azione. Il numero come tale non doveva avere nemmeno l' essere in sè; ma una astrazione siffatta riuscì antipsicologica, poichè il numero non può essere pensato senza pensarlo coll' essere. L' essere adunque vi s' insinuò senza processo scientifico per parte dei Pitagorici, ma

(1) *Röm. Gesch.* II Th. p. 363-64.

(2) Rosmini, *Il Rinnovamento della Filosofia in Italia*, esposto dal C. T. Mamiani della Rovere. Milano, 1836, p. 354 e segg., e nelle note.

Aristotelis *Metaphysicorum* lib. I, 5.

Ritter, *Geschichte der Philosophie, alter Zeit.* 2.e Aufl. Hamburg, 1836. Parte I, p. 384 e segg.

per necessità naturale della cosa, perchè cotesti filosofi maneggiando il numero, senza avvedersi, maneggiarono anche l'essere. L'essere pensato nel numero, quantunque inavvertitamente, produsse i suoi effetti. Ma la mente dei Pitagorici, rivoltasi primamente ai numeri, prese a contemplare le cose dal punto di vista matematico, osservò le proprietà ed i rapporti dei numeri, ed argomentò da queste proprietà e da questi rapporti alle proprietà ed ai rapporti dell'essere o degli enti. Il numero nell'astrazione del pensiero era l'uno, e l'uno fu tenuto per il principio di tutte le cose, donde l'essere immedesimato nell'uno divenne pure questo principio (1). La decade fu trovata un sistema perfetto da equivalere all'unità, la triade del pari, come contenente il principio, il mezzo ed il fine, e nella tetraeti fu riconosciuta la stessa proprietà. L'unità, il primo uno, tenuto per il principio delle cose, fu anche chiamato Dio, ed i numeri, operanti in certi rapporti, furono stimati che avessero formato l'universo. I numeri formatori dell'universo furono adunque creduti cosa divina o sacra nel sistema pitagorico! (2) Ma queste vedute si trovano anche nelle masse dei popoli? Fu la filosofia pitagorica, che in questa parte diventò popolare, od una veduta spontanea del genere umano, che cercò ragione di sè nella filosofia pitagorica? L'uomo non può a meno di non avvertire certe combinazioni di numeri, e la stessa composizione di un sistema aritmetico fu la conseguenza di questo avvertire. Il volgo pure oggidì osserva anche con superstizione certe combinazioni di numeri, e l'umanità in genere, dove nei fenomeni le accade di ravvisare proporzioni e periodi, è portata pure ad avvertire rapporti numerici. Pare che una segreta inclinazione sia inerente alla natura umana per credere che nei numeri e nelle figure vi sia un qualche profondo mistero, ed inevitabilmente cotesta natura deve pure aver sottinteso nei numeri una qualche sostanza, poichè il numero senza l'essere non è concepibile. Dalle combinazioni dei numeri furono creduti risultare certi fenomeni, ed il mondo fu facilmente ordinato nell'immaginazione degli uomini in certe numerate parti, e con certi numerati enti divini o cosmici. Per la qual cosa, anche nelle credenze del genere umano, i numeri poterono essere considerati per cosa divina o sacra (3).

L'intima unione dell'antica religione colla politica che sussisteva nelle orgie pitagoriche, ed il carattere politico d'indole aristocratica che si attribuiva ai Pitagorici (4), lasciano supporre che un'applicazione di quella teoria dei numeri che uscì fuori dalla loro filosofia, potesse verificarsi anche nei loro ordini politici; ma ad ogni modo, anche senza di ciò, nel genere umano si trova che le società civili furono primamente foggiate coi principj religiosi, e se il panteon di un popolo era p. e. formato con certi numeri, questi numeri, ricevuti per sacri, potevano informare la società civile. Cotesti sarebbero quei numeri organici, che avrebbero ordinata una società civile, un corpo politico in un determinato modo, il quale, per essere sacri cotesti numeri, doveva rimanere inalterabile, ossia doveva essere considerato come fosse la propria naturale maniera di essere di un dato corpo politico, perchè era insegnata o comandata dalla divinità.

(1) Jamblicus, in *Nicomachi arithmeticam Introductionem*. Arnhemiæ, 1668, p. 109. Ἓν, φησὶν, (cioè Pitagora) ἀρχὰ πάντων.

Boeckh. *Philolaos des Pythagoreers Lehren nebst den Bruchstücken seines Werkes*. Berlin. 1819, p. 150. e p. 42 e 43.

(2) Boeckh, p. 152.

(3) Bodemayer, *Die Zahlen des römischen Rechts*. Göttingen, 1855. Einl. e nelle note, a pag. 2 e segg.

(4) Diogenes Laertius, VIII, 3.

Jamblicus in *Vita Pytagoræ*, 257.

Per tal modo, se la decade era sacra appo i Latini, e se le combinazioni della decade, o quella che sembra la più perfetta, come è la tridecade, erano del pari sacre, il numero trenta potè essere organico e non quantitativo nella confederazione latina. Questa possibilità d'organismo, appoggiata sulla conformità di altre istituzioni di quelle società, e sulle asserzioni di diversi scrittori che, senza affermare il numero trenta come il normale e costante, pure indicano questo numero come quello degli Stati federati latini, rende più probabile che siffatto numero fosse il normale e costante della confederazione latina, anzichè quantitativo ed accidentale.

Ma dopo questa tal quale dimostrazione od esposizione di congetture intorno al concetto dell'organismo delle società antiche, rimane da dimandare, se fosse questa una modificazione particolare alla antichità, o se non fosse un'applicazione di un principio più generale, cioè se non vi fosse nel genere umano una disposizione a formarsi un concetto della società, secondo le circostanze, in certi determinati modi: epperò se tale disposizione vi fosse, perchè non sempre apparisse? L'uomo nella unità della sua natura ha la mente così costituita, che in ogni specie di rapporti a lui noti adopera di crearvi un sistema: esso tende a concepire ogni cosa a forma di sistema, dalla sfera più ristretta di rapporti sino all'ordine generale, al cosmo. Quelle religioni che furono immaginate dagli uomini, e le filosofie ne sono una prova. I rapporti degli uomini in società non ponno quindi avere sfuggita questa tendenza o questa legge, e perciò questi rapporti dovettero essere concepiti in qualche sistema. Nei tempi primitivi, la religione col suo diritto governava le società, e le società si concepivano alla foggia con cui gli uomini concepivano gli ordinamenti del cielo; ma questo cielo, come fu già esposto altrove (*Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo*, vol. V, pag. 50), nelle religioni immaginate dagli uomini non era che una riflessione della vita terrena della società che lo immaginava. Questa vita del resto, pur nella forma spontanea della patriarchia e della riunione delle patriarchie, aveva certe combinazioni necessarie, procedenti dalla natura delle cose. Vi potè anche essere qualche cosa di accidentale. Ma se, mentre, si formavano le primitive società, si ordinavano nella mente le religioni del carattere sopraindicato, la religione colla sua severa sanzione rese inflessibilmente determinati certi modi di essere sociali, che si formavano sotto il suo regime, fossero pure di costante spontaneità o di accidente. Da qui poterono venire quei concetti di organismo sociale determinato, che si vogliono trovare nell'antichità. Ma questi concetti, come appare dalla genesi di queste idee, non nascevano direttamente da una considerazione sopra l'essenza o la natura degli elementi della società, ma bensì dalla contemplazione semplice di un modello divino. A ciò vuolsi aggiungere, che l'attitudine delle menti degli uomini primitivi forse loro non permetteva d'intendere i fenomeni altrimenti che in quelle forme definite che a loro apparivano. Così l'inflessibilità religiosa da una parte, e la grossolana contemplazione dall'altra, e di poi cotesta stessa contemplazione posta sotto il governo di quella inflessibilità, fecero che uscissero fuori quei concetti di modi determinati di essere sociali, politici, civili, siccome nella procedura giudiziaria romana le azioni di legge, i quali rigidamente durarono, finchè durarono quelle circostanze che li determinarono. Ma venuti i tempi della analisi delle cose, si trovò che certe forme erano indifferenti a certe essenze, e quindi si dileguarono anche quei concetti di organismo sociale, che l'antichità o la rozzezza

dei tempi aveva determinato di rigore; ma pur rimase un concetto, un ideale della società civile, perchè esso è una necessità della nostra mente; rimase con quei requisiti di esistenza e di consistenza che sono inerenti alla essenza della società in genere, ma rimase libero e sciolto nelle forme, come l'esperienza delle vicende civili e la meditazione sopra di esse ne permettevano la libertà.

La confederazione latina, formatasi con quei processi che furono di sopra congetturati, non fece che sancire, come avviene ordinariamente per gli atti civili o politici, oltre i modi della difesa comune, quei rapporti che spontaneamente nacquero tra i popoli latini, che naturalmente derivarono da quel loro trovarsi insieme di sopra avvertito, e che ad un tempo furono cagione di queste riunioni, che costituirono insomma le transazioni di quella vita tra questi diversi popoli, che, dopo il fatto della confederazione, divennero una parte ordinaria della vita normale interna federale. Questi rapporti e queste transazioni si ponno classificare in alcuni generi distinti, e sono gli ospizj, i commercj, i connubj e le ricuperazioni. Essi sono anche quegli atteggiamenti, i quali, considerati tra popoli diversi, attualmente appartengono al diritto delle genti razionale privato, e sono di solito sottintesi negli atti del diritto delle genti positivo (1), ma che nell'antichità non erano intrattenuti che fra popoli che avevano tra loro trattati positivi a questo oggetto, e non emergevano e non si ammettevano naturalmente che tra quelli che si riconoscessero in un rapporto speciale di fratellanza e di benevolenza. Alcuni popoli, i quali, quantunque non fossero nei medesimi termini di famiglia, siccome non lo erano certi popoli sabelli, pure si associarono nel seguito a questa confederazione, essendo ammessi a tutti i diritti federali, dovettero anche assumere questi atteggiamenti, che erano diventati istituti legali. Ma questi istituti, ridotti alla forma giuridica, dovendo pure essere considerati come rapporti federali, saranno nella materia della legislazione federale al loro luogo trattati.

La confederazione latina mostrasi già nei primi tempi come composta di trenta città. Ma questo corpo si presenta a quell'epoca come che stasse sotto l'autorità di Alba. Cinzio Alimento dice che, dopo la distruzione di Alba, i popoli latini sino al consolato di P. Decio Mure, che cade nell'anno 415 di Roma, fossero soliti alla fonte dell'acqua Ferentina deliberare delle loro faccende, ed amministrare l'imperio con consiglio comune (2). Dionigi, asserendo che Tullo Ostillio dopo la caduta di Alba volesse sostituirsi al di lei posto nel Lazio, dice che inviasse ambasciatori alle trenta città colone e suddite di lei, cioè di Alba (3), e rappresenta così l'autorità di questo Stato più definitivamente maggiore che non faccia Alimento. Ma contuttociò, se i Latini dopo la caduta di Alba già si trovano pronti alla Ferentina alle deliberazioni in un ordinamento federale, nominando i pretori federali per il caso di guerra contro Roma, come è narrato nel luogo succitato di Dionigi (4), e le parole di Alimento, *Albanos rerum potitos,* non involgono ne-

(1) Foelix, *Traité du droit international privé.* Paris, 1843, p. 3 e segg.

(2) Festus, *Prætor ad portam.* « *Albanos rerum potitos usque ad Tullum regem: Alba deinde diruta usque ad P. Decium Murem eos populos Latinos ad caput aquæ Ferentinæ, quod est sub monte Albano, consulere solitos, et imperium communi consilio administrare.* »

(3) III, 34, πρέσβεις ἀποστείλας εἰς τὰς ἀποίκους καὶ ὑπηκόους αὐτῆς (τῆς Ἄλβης) τρίακοντα πόλεις.

(4) III, 34, αἱ δὲ τῶν Λατίνων πόλεις ἰδίᾳ μὲν οὐδὲν ἀπεκρίναντο πρὸς τοὺς πρέσβεις, κοινῇ δὲ τοῦ ἔθνους

cessariamente un rapporto esplicito di signoria sopra sudditanza; inoltre, se il vocabolo di ὑπήκοοι, usato da Dionigi, può significare anche *ubbidienti, aderenti* ad un ordine di cose, anzichè *sudditi;* e se questo vocabolo fu usato non con una intenzione di significato preciso, come non di rado appare dal linguaggio di questo storico: si potrebbe forse tenere quella superiorità ed autorità di Alba per una capitananza, piuttosto che per un principato. La capitananza nelle federazioni è il fenomeno politico che si presenta più facilmente a questo stadio di civiltà, e pare più conforme alla natura delle cose, che per quei tempi non sembrano così preparate, perchè una sola città sia tanto ordinata da comandare a molte altre. Ma la capitananza in una federazione suole essere un'autorità piuttosto di fatto che di diritto. Essa conferisce per avventura l'iniziativa degli affari federali allo Stato che la possiede, gli permette una direzione od una influenza sulla loro trattazione, gli concede una rappresentanza in primo posto nei rapporti cogli Stati esteri, ma non gli attribuisce un impero legale su gli Stati federati. Sidone e poi Tiro erano forse capitane a questo modo di una federazione fenicia; Cartagine compare alla testa di una federazione punica, in cui trovavasi Utica ed Adramitto ne' suoi primi trattati con Roma. Una supremazia di questa fatta emerge evidente nelle egemonie di Sparta e di Atene sopra gli altri Stati di Grecia, i quali del resto stavano alla loro capitana nei rapporti di alleanza anzichè di federazione.

Dopo la distruzione d'Alba potrebbe apparire dal passo succitato di Catone (1), poichè non avrebbe avuto valore per provare la piccola federazione aricina, che la capitananza latina passasse in Tusculo. Questa città compare in effetto come una delle più potenti del Lazio per l'influenza di Mamilio, secondo che accennano Livio e Dionigi (2); ma in questa classe trovansi pure Preneste e Tivoli, e forse ci potrebbe essere collocata anche Gabii. Vorrebbesi quindi fare induzione, che la capitananza passasse per queste più potenti città. Ma il brano di Cinzio Alimento è pure troppo esplicito per ammettere una capitananza alla foggia d'Alba nella confederazione latina dopo la caduta di questa città: d'altra parte, quelle attribuzioni di gran potere sul Lazio, date a Mamilio da Livio e da Dionigi, ponno essere non altra cosa che una indicazione di dittatura latina temporanea e non perpetua in Tusculo, od un cenno di autorità e d'influenza morale; e così quel Lebio Tusculano di Catone, che era dittatore latino, lo potè essere per accidente ovvero per turno, mentre toccava a Tusculo la mano di presentare il dittatore federale latino; ad ogni modo, da cotesta qualità di dittatore latino in un Tusculano non deriva per conseguenza necessaria che allora vi fosse una capitananza latina in Tusculo.

Questa confederazione latina non era così strettamente unita nelle sue parti, che talvolta quelle non si sconnettessero, passando p. e. taluno dei popoli dalla condizione di suddito o di federato subalterno, se ve n'erano, a quella di federato latino, e talvolta viceversa, ed operando qualche città o più città insieme isolatamente per sè, fuori del

ἀγορὰν ἐν Φερεντίῳ (sic) ποιησάμενοι ψηφίζονται μὴ παραχωρεῖν Ῥωμαίοις τῆς ἀρχῆς. καὶ αὐτίκα αἱροῦνται δύο στρατηγοὺς αὐτοκράτορας εἰρήνης τε καὶ πολέμου, Ἄγκον Πουπλίκιον ἐκ πόλεως Κόρας καὶ Σπούσιον Ὀυεκίλιον ἐκ Ἀκουϊνίου.

(1) Origg. lib. II, ex Prisc. I, V.

(2) Liv. I, 49... *is* (*scilicet Octavius Mamilius*) *longe princeps latini nominis erat.*

Dionigi, IV, 45, chiama lo stesso uomo τὸν ἐπιφανέστατον ἐκ τοῦ Λατίνων ἔθνους καὶ πλεῖστον ἁπάντων δυνάμενον.

concerto comune del corpo federale. Non occorre di avvertire che il concetto e l'opera di una federazione, che si riguarda come un corpo uno, ed agisce come tale in rapporto agli Stati esteri, non era in quei tempi e tra quei popoli nè di facile formazione, nè forse sempre di possibile esecuzione.

Costituzione federale.

Determinati gli elementi di questa confederazione, ed accennate le condizioni di egemonia che poterono accompagnarla nel suo primo periodo, ora si conviene di conoscere la forma della sua costituzione. È probabile che la costituzione federale rendesse immagine, per quello che la poteva riguardare, delle costituzioni particolari dei federati. Ma le notizie sì dell'una che delle altre dei popoli latini non sono in tale quantità, da potersi formare un sufficiente concetto di questa confederazione. Vi ha però, tra le città latine, la romana, di cui abbiamo assai maggiore informazione intorno alla sua costituzione ed alle sue vicende, le quali potrebbero essere trasportate, per analogia, agli ordini politici e civili del rimanente corpo latino, e dove occorra, essere tratte a spiegare dalle conseguenze, la sussistenza di certe premesse. Ciò non ostante, oltrechè quando certi effetti non procedono per necessità da certe cause, vi ha sempre nella contingenza del procedere una possibilità di diversificazione, accade ancora che la città romana non sia stata composta di soli elementi latini, ma si ancora che la società etrusca e la sabina abbiano influito sopra la sua formazione. Perciò sembrerebbe che non si potessero accettare senza cautela le argomentazioni di analogia dalla società romana alla latina. Tuttavolta, riguardo ai soli rapporti federali, vi ha una circostanza speciale in favore della testimonianza di Roma, perchè, siccome per il periodo in cui la città romana era nella confederazione, vi hanno maggiori indicazioni circa la forma di questi rapporti; così pare che sia più lecito, salvo la debita avvertenza alla prevalenza di Roma, di prendere lume da questo periodo posteriore, per rischiarare quello anteriore alla accessione di Roma.

Deve certamente parere cosa oziosa il ricercare per questi tempi se vi fosse una legge fondamentale, che governasse i rapporti federali dei popoli latini, e sarebbe forse indizio di poca esperienza della storia lo spingersi innanzi a rintracciare tutti quegli atteggiamenti legali che troviamo nelle federazioni dei tempi più civili. Ma siccome p. e. nelle diverse classi del regno animale vi ha un *analogo*, il quale procede da uno stato meno sviluppato e determinato ad un grado di maggiore sviluppo e di maggiore determinazione, secondo il perfezionarsi della organizzazione dei corpi salendo nelle classi superiori; e siccome nella natura delle cose, dati certi fini, vi hanno certe necessità di mezzi per raggiungerli; così anche nella natura morale delle società umane vi ha un *analogo* di vita nelle rispettive forme sociali, più o meno sviluppato e determinato, secondo il grado della loro civiltà, e vi hanno sempre certi mezzi più o meno pronunciati per raggiungere certi fini che le società si propongono; epperò non sarà un procedimento esorbitante, se, coll'ideale di una civiltà avanzata, noi adopereremo di rintracciare l'analogo in uno stato di civiltà incipiente.

I popoli latini adunque, per le ragioni sopraccennate, inclinando alla federazione, do-

vettero disporvisi dentro, secondo la natura stessa di quella forma sociale, e come istintivamente, secondo il fine della federazione stessa dovettero assumere certi modi di essere federali. Questo procedere per istinto determina la consuetudine, onde per consuetudine essi iniziarono questo loro modo di vivere. La consuetudine, determinando nel fatto la formazione della confederazione, potè avere indicato le materie che dovessero formare l'oggetto della trattazione federale, e per il modo con cui la stessa confederazione si formava, potè per avventura stabilire i corpi e gli agenti che dovevano esercitare la volontà e l'azione federale, e determinare i componenti e gli attributi dei primi, e le facoltà dei secondi. Per tal modo la consuetudine, siccome in molti altri casi sociali, sarebbe stata anche l'espressione della volontà dei popoli latini, ossia come la legge fondamentale uscita fuori dal consiglio costituente di quel corpo politico.

Cotesti Latini si formarono in confederazione mediante un consiglio federale e magistrati federali. Il consiglio federale radunavasi ordinariamente ogni anno, e straordinariamente secondo il bisogno. Il luogo della adunanza è da Livio chiamato la *Fonte dell'acqua Ferentina* (*caput aquæ Ferentinæ*), e da Dionigi *Ferentino* (Φερεντῖνον), nelle vicinanze del lago Albano. Questo consiglio è nominato dagli scrittori latini propriamente concilio (*concilium*).

Vuolsi ora ricercare quali fossero i componenti di questo concilio, quale l'estensione del suo potere in genere, cioè, se assoluto o limitato, e quali le sue attribuzioni.

Circa alla prima questione, si dice che il consiglio era composto dei deputati delle trenta città federate. Dionigi chiama προβούλοι (*quelli che deliberano per altri*) questi deputati, ma non indica le loro facoltà; il che lascia incertezza, poichè questo nome, noto in diversi Stati greci (1), era proprio di certi magistrati. Questi deputati pare che procedessero, e Niebuhr lo afferma (2), nel seguente modo al consiglio federale. Negli Stati particolari latini vi erano, come si vedrà in seguito, dei senati aristocratici, i quali, a guisa del primitivo senato romano, dei senati o corpi decurionali dei municipj e delle colonie romane, componevansi di cento membri. Questi senati o corpi decurionali erano divisi in decurie; il che, massime per i municipj romani del Lazio, se questi conservavano l'antico ordinamento latino, lascia congetturare che anche quei primi senati latini fossero divisi allo stesso modo. Da ogni decuria di questi senati sarebbe stato scelto un deputato per il consiglio federale, ed assai probabilmente il principale, ossia il decurione (3). Questi principali o decurioni potevano essere ad un tempo i decemprincipi, o primi de' loro senati rispettivi. Procedendo come deputati al consiglio federale, poichè riuscivano in dieci per ciascun senato o Stato particolare, componevano una rappresentanza federale di trecento membri, e questi membri di siffatta origine potevano bene essere chiamati *principes latinorum*. Non occorre di avvertire che cotesti deputati, che erano i decemprimi dei loro senati, perdevano questa qualità nel nuovo carattere di rappresentante federale. Ma anche nel consiglio federale c'erano i decemprincipi, poichè Livio riferisce che i decemprincipi dei Latini, al tempo della guerra sannitica, che cade

(1) Schoemann, *Antiquitates juris publici Græcorum*. Gryphiswaldiæ, 1838, p. 82, n. 7.

(2) *R. G.*, II Th., p. 367-369 per tutta la questione.

(3) I decurioni potevano essere i maggiori estimati sia per il censo come per i meriti personali.

intorno all'anno 414 della città, furono chiamati a Roma per essere sentiti sulla materia della società (1). Vuolsi ora conoscere come emergessero cotesti decemprincipi nel consiglio latino, poichè questo, essendo composto di trecento membri, avrebbe avute non dieci, ma trenta decurie. Il senato romano fu pure composto di trecento membri, ed in quel tempo pare che avesse pure i suoi decemprimi. Si potrebbe credere che cotesti senatori distinti nascessero primamente quando la città romana era costituita della sola tribù dei Ramni, ed aveva il suo senato composto di soli cento membri, e che questo ordine, una volta costituito, non si alterasse per il crescere del senato a trecento. In effetto, Livio racconta che, alla morte di Romolo, per formare un governo provvisorio fu scelto da ciascuna decuria dei cento padri, cioè dal senato di Romolo, un membro, e se ne formò una compagnia di dieci per lo scopo ora accennato (2); mentre il senato in quel tempo era già composto di duecento membri per l'accessione dei Sabini. Le curie dei Ramni adunque, e le loro decurie in senato avrebbero avuto un privilegio di distinzione in quella società. Ma vi era un somigliante privilegio nella confederazione latina? Niebuhr dice che, come in Roma le curie (gentilizie) e le tribù plebee, così certamente anche in tutti gli Stati popolari le terre, originariamente di diverso grado, erano divise in classi. Se la confederazione latina adunque si formò per agglomerazione successiva intorno ad un centro, come fu anche congetturato superiormente, i primi popoli a congiungersi avrebbero forse stabilito una superiorità di classe sopra i posteriori nell'unione (*prior in tempore, potior in jure*), e da ciò per avventura sarebbero emerse quelle decurie privilegiate nel consiglio federale, che avrebbero dati i suoi decemprincipi a quel corpo. Tuttavolta, si osserva che nei corpi decurionali delle colonie e dei municipj romani trovansi pure i decemprimi, e che questi erano tenuti per i più estimati nella curia. Ora, non sarebbe anche possibile che nel senato romano dei trecento e nel consiglio federale latino fosse col tempo cessata la distinzione delle decurie, e che quindi i decemprimi fossero tolti da tutto il corpo, tra i più degni, ossia tra i più estimati? Ciò è anche conforme alla natura delle cose, in cui un oggetto che ha perduto di valore e di significato, a poco a poco si dilegua e scompare anche dalla forma. — Ora si dimanda in che cosa consistesse questa distinzione privilegiata dei decemprincipi. Se è lecito, oltre a ciò che risulta dalle parole dirette di Livio (3), di argomentare per analogia dagli altri corpi che avevano una somigliante istituzione, questi decemprincipi o primi avevano la vocazione alle ambascerie, presiedevano coi magistrati supremi alle spese dello Stato, alla distribuzione delle imposte ed alla loro esazione, e forse occupavano un posto di distinzione nel consiglio (4). Ma non si conosce altra incombenza più importante di cui fossero investiti, onde si può inferire che essi per sè non costituissero un ordine privilegiato di cittadini politici, essenzialmente

(1) VIII, 3. *Cæterum Romani... decemprincipes Latinorum Romam evocaverunt.*

Questo passo, sebbene si riferisca agli ultimi tempi della confederazione, pure, se hanno valore le parole di Cinzio Alimento citate di sopra, potrebbe avere significato anche per il primo periodo di quella.

(2) Liv. I, 17.

(3) VIII, 3.

(4) Cicero, *Pro Roscio Amerino*, IX. — V. anche per un maggiore sviluppo delle attribuzioni e distinzioni di cotesti decemprimi, Noris, *Cenotaphia Pisana Caii et Lucii Cæsarum*. Venetiis, 1681, p. 40, 41.

superiori a quelli degli altri colleghi di consiglio (1). Per la qual cosa, anche nel caso che cotesti decemprincipi procedessero da decurie del consiglio federale, rappresentanti una classe distinta fra gli Stati particolari, non potevano riflettere sopra i loro corpi mandanti alcuna superiorità essenziale giuridica, in modo da stabilire una graduazione di maggiori poteri tra gli Stati componenti la confederazione. Che se poi erano scelti tra i più degni del loro senato e del loro consiglio, mancava la materia perchè potessero rappresentare una classe investita di maggiori diritti politici nel corpo dei mandanti.

I deputati al consiglio federale pare che non fossero rinnovati ogni anno, ma che, secondo la consuetudine, vi fossero destinati a vita, o per un determinato numero di anni (2).

Le attribuzioni di questo consiglio, che Niebuhr chiama *senato*, sarebbero state, secondo la sua opinione, appresso a poco le medesime di quelle del senato romano. Esso avrebbe preparato gli affari per un altro consiglio, e dal suo seno sarebbero stati tolti i magistrati federali.

Ma Niebuhr chiamando *senato* questo consiglio colle attribuzioni ora accennate, asserisce ad un tempo che a canto a lui sussistesse nella confederazione un congresso popolare. Ora vuolsi esaminare questa questione; vuolsi investigare se quel corpo, che pur dovea costituire il solo consiglio federale, fosse sovrano assoluto nelle sue deliberazioni, o se i suoi decreti dovessero essere assoggettati ad una sanzione del popolo raccolto in un altro consiglio. Concorreva in effetto molta parte dei popoli latini al luogo ed al tempo di questa radunanza, e colà celebravansi feste religiose e tenevansi mercati. Ora, per sostenere la preallegata opinione, Niebuhr adduce in complesso i seguenti argomenti. Egli trova che negli Stati federali greci degli Anfizioni e degli Achei vi era pure un' *ecclesia* popolare, donde per analogia vorrebbe argomentare ad un congresso o consiglio popolare dei federati latini. Di poi si appoggia a certe parole di Livio, che così suonano (I, 51): *et confestim Latinorum concilium magno cum tumultu advocatur*, le quali, secondo il suo avviso, per quella circostanza di *tumulto* non potrebbero indicare che una adunanza di popolo, e non già di deputati aristocratici. Indi si riferisce alla parola ἀγορά usata da Dionigi a questo proposito, la quale senza grave errore non potrebbe essere tratta a significare la βουλή, il *senato*, poichè le espressioni ὄχλος, πλῆθος, πολλοί, frequentemente riprodotte, dovrebbero avere esclusa questa interpretazione. Finalmente, egli stima che faccia al suo assunto anche un altro passo di Dionigi, argomentando per analogia dai Volsci ai Latini, in cui è detto (3) che i magistrati e molto popolo (dei Volsci) da ciascuna città convennero in Ecetra.

A queste ragioni di Niebuhr si vorrebbe primamente rispondere, che l'argomentazione di analogia dagli Stati federali greci, come qualunque altro argomento di questa fatta,

(1) Le funzioni d'interrè tra la morte di Romolo e l'avvenimento di Numa al trono furono esercitate dai dieci senatori tolti dalle decurie del primitivo senato romano. Dionigi fa alternare l'elezione tra i padri di origine albana o dei Ramni, e quelli di provenienza sabina o dei Tizj. L'interrè occorre anche nei tempi della repubblica, ed era formato di patrizj, ma non appare che per ciò solo esso riflettesse una distinzione di diritti politici superiori negli ordini donde erano tratti i membri che la componevano.

(2) Ciò risulterebbe da un passo di Dionigi (IV, 45) che dice: προεῖπε δι' ἀγγέλων ἥκειν εἰς τὴν ἐν Φερεντίνῳ γενομένην ἀγοράν τοὺς ἐτωθότας ὑπὲρ τοῦ κοινοῦ τῶν Λατίνων συνεδρεύειν.

(3) VIII, 4, συνῆεσαν ἐξ ἁπάσης πόλεως οἵ τε ἐν τοῖς τέλεσι καὶ πολὺς ἄλλος ὄχλος εἰς τὴν Ἐκετρανῶν πόλιν.

non esclude la possibilità di un diverso ordine di cose nel Lazio. Di poi, in quanto alle parole di Livio, è da osservarsi che questo storico non parla che d'un radunamento del concilio fatto per caso d'allarme, il quale potrebbe ben essere anche dei deputati aristocratici delle città. Alla importanza data alle parole speciali di Dionigi si può opporre un argomento *ad hominem*, che cioè lo stesso Niebuhr non crede sempre alla loro esattezza, siccome fa circa alla parola προβούλοι (1), e nel caso di ἀγορά non vi ha ragione di ritenerlo un vocabolo di un significato più avvertito e più determinato. In quanto al convegno di Ecetra, non appajono condizioni sufficienti perchè i magistrati che colà si trovarono col popolo, costituissero un congresso popolare che potesse essere diverso da un altro che fosse il senato, poichè qui si prende una deliberazione in una forma che ha il carattere d'inappellabile, ed è la guerra contro Roma; il che fa supporre un consiglio solo. Meglio forse potrebbero giovare all'assunto del Niebuhr altre parole di Livio (2), cioè le seguenti: *Cæterum et capita nominis Latini stare et sentire cum rege videbant, et Turnus sui cuique periculi, si adversatus esset, recens erat documentum*, dove la parola *capita*, cioè i principali, potrebbe significare una distinzione tra i rappresentanti della cosa latina, vale a dire tra quelli che stavano nel concilio, e quelli del rimanente popolo che era raccolto di fuori. Ma dal contesto del brano apparirebbe anche che tutto ciò avvenisse dentro del concilio stesso, perchè ciò è detto dopo che furono richiamati al concilio i Latini, e che Tarquinio Superbo vi tenne discorso sull'uccisione di Turno; e quindi il brano sembrerebbe piuttosto indicare, se non una graduata distinzione legale tra i membri del concilio, però una differenza tra i principali, forse i più autorevoli per dignità e credito, ed il rimanente della rappresentanza. Ma Dionigi esplicitamente fa dire ad Appio Claudio, intorno all'anno 263 di Roma (3), che tutte le nazioni all'intorno si reggevano in forma aristocratica! Che se si volesse tenere questo reggimento aristocratico per esclusivo agli Stati particolari della confederazione, ne verrebbe l'assurdo politico, che quei Latini che vivevano a questo modo nelle loro particolari città, si governassero a popolo nei rapporti federali. Per la qual cosa, se gli argomenti in favore del duplice consiglio non valgono contro le objezioni loro fatte, e le dichiarazioni esplicite circa alla forma aristocratica della società latina hanno valore, pare che si possa da tutte le cose preallegate conchiudere, in rapporto alla confederazione, che essa non aveva che un solo consiglio federale; che questo era composto de' deputati dei singoli Stati particolari, i quali erano i decemprincipi dei loro senati; che cotesto consiglio unico era quello che nominavasi *concilio*, e che ai suoi decreti non richiedevasi alcuna sanzione da altra autorità.

Attribuzioni del concilio.

La confederazione latina, salvo la capitananza di Alba, apparirebbe che fosse stata composta di popoli federati investiti di eguali diritti, e che il concilio sia stato il corpo legislativo o sovrano della confederazione. Ma tuttavia questa sovranità vuol essere me-

(1) *R. G.*, II, p 367.
(2) I, 52.
(3) VI, 62.... ἀριστοκρατεῖται δὲ καὶ τὰ ἔθνη τὰ περιξ ἡμῶν ἅπαντα, καὶ τὸ δημοτικὸν ἐν οὐδεμιᾷ πόλει μεταποιεῖται τῶν ἴσων.

glio dichiarata, poichè si può ancora dimandare, se il concilio era il corpo sovrano in tutti i casi. La sovranità involge il concetto di un potere nello Stato, dal quale tutti gli altri poteri emanano, e dal quale niun altro potere è indipendente. Il concilio è quì un corpo elettivo, e già di per sè l'elezione rivela che quel potere proceda da altra fonte. Questa fonte originaria può determinare dei casi, in cui i corpi investiti dell'ordinario potere legislativo, non lo siano per certe materie, siccome per la formazione delle leggi fondamentali o costituzionali, per le quali si richiede di uno speciale mandato da parte dei cittadini politici. Così parimente, per la nomina di certi magistrati, e negli Stati repubblicani principalmente per quella del capo dello Stato, fu visto e si vede dimandare il voto del popolo, in quella misura che è ammesso all'esercizio dei diritti politici. Ma niuna apparenza di siffatta distinzione, ed è naturale in quei tempi, occorre nei rapporti del concilio latino.

Di poi vorrebbesi ricercare quali fossero le materie, sulle quali sarebbe stato esercitato il potere del concilio. La consuetudine, come fu già accennato di sopra, le avrebbe designate al corpo deliberante, cioè al concilio, e queste dovevano naturalmente essere tutte quelle che potevano riguardare la conservazione e la difesa della confederazione. Ma qui soccorre la questione, se tutte le materie che ponno riferirsi a questi due scopi, potevano essere state introdotte da questa consuetudine. Fu già accennato in altro luogo, che il concetto intero di una federazione non poteva essere nella coscienza di quegli uomini, e per conseguenza nemmeno nei costumi politici di quei federati, donde succedeva che diverse materie potevano ancora trovarsi fuori dell'azione federale, che non lo sarebbero state, se si fosse verificato un concetto perfetto della federazione. Di fatto, l'utilità federale non poteva forse allora essere sentita nei singoli Stati, se non in quanto chiaramente e da vicino nei singoli casi congiungevasi coll'utilità concreta di ciascuno Stato. Il principio astratto di una utilità federale per sè, che riesce da poi in vantaggio di tutti i federati, non poteva essere facilmente sentito. Ma oltre questo difetto, che procede da ignoranza, ve ne può essere un altro, che è avvertito. Questo verificasi quando l'espressa volontà delle parti contraenti, per qualsivoglia motivo, non vuole sagrificare la propria autonomia parziale sino al punto da subordinarla ad un perfezionamento federale, che è pure dalle stesse parti riconosciuto.

Accennate queste contingenze nel sistema dei poteri federali, vorrebbesi avvertire ad ogni omissione di un atto che sembri reclamato dagli scopi della federazione, se ciò sia avvenuto, perchè i federati non ponevano mente a questo rapporto, o perchè con coscienza non vollero iscriverlo tra i doveri federali, ovvero se realmente fu violato un dovere federale riconosciuto. Nel corpo latino l'omissione di siffatti atti riscontrasi specialmente nei casi di guerre o di alleanze; di che si terrà discorso più sotto, al luogo delle relazioni estere della confederazione.

Considerando le attribuzioni che potevano appartenere al concilio, ci sembrò di fare avvertenza ai seguenti oggetti:

I. alla sanzione religiosa di tutti gli atti federali;

II. alla ammissione od esclusione dei diversi Stati nella confederazione o dalla confederazione;

III. alla sanzione delle costituzioni particolari degli Stati federati;

IV. alla legislazione federale, ed al mantenimento delle leggi federali sussistenti:

V. al tribunale federale;

VI. alle relazioni estere;

VII. alla elezione dei magistrati federali.

La religione presiedeva allora a tutte le transazioni sociali, perchè le società si tenevano governate dal diritto divino. Così gli atti della confederazione latina erano preceduti dalle ferie latine.

Alla fonte dell' acqua Ferentina, tosto che erasi radunato il concilio dei deputati della confederazione ed accolto il popolo che soleva intervenirvi, il re latino, e più tardi il dittatore, dei quali si ragionerà più sotto, sagrificava un toro di bianco pelo (*nivei tauri candoris*), forse in commemorazione di Alba (1). Durante il sagrifizio questo capo, che allora era il sacerdote federale, faceva la preghiera per il nome Latino, ossia per tutta la confederazione latina, e poi divideva i pezzi del toro sagrificato tra i deputati federali. Teneva dietro a ciò un gran banchetto federale, e celebravansi giuochi. Al banchetto, secondo un ordine determinato, le singole città federate contribuivano le vivande, siccome agnelli, latte, formaggio, focaccia e polenta (2).

Fra i giuochi che celebravansi in queste feste distinguevasi il dondolo. Intorno alla origine ed al significato di questo giuoco (3) molte sono le congetture degli scrittori; ma forse la sentenza di Niebuhr è più giusta, che in queste feste si praticassero i divertimenti degli avi, per i quali la stoltezza dei posteri andò ariolando un significato simbolico.

La festa durava sei giorni, secondo Festo (4). In questo intervallo doveva essere pace nel Lazio, come la pace di Dio nel medio evo; il che rivelerebbe, se non lo testificasse anche la storia, che quei confederati si facevano frequentemente tra loro la guerra. Astenevansi quegli uomini da ogni affare d' importanza (5), ed anche dalla conclusione dei matrimonj (6). Il Laziare era ad un tempo anche una festa di allegria, alla quale prendevano egual parte i liberi e gli schiavi, per cui Macrobio la paragona ai saturnali. E qui, circa a questa comunanza di liberi e schiavi in queste feste, occorre di rammentarsi ciò che fu detto intorno al culto della dea Feronia nelle società sabino-osche. Il rituale di queste feste era osservato con tale scrupolo, che se qualche errore vi era commesso, sopra querela della città federata interessata se ne faceva la verificazione, e la festa era rinnovata a spese della città che ne fosse trovata colpevole (7).

(1) Naegelé, *Studien, etc.*, p. 187. Intorno alle vittime umane offerte negli antichissimi tempi nel sagrifizio Laziare consultisi Klausen, *Æneas und die Penaten*. T. II, p. 797.

(2) Dionys., IV, 49.

(3) Festo, secondo Cornificio, deriva l'*oscillatio* dall'*os celare*, perchè nel dondolo, *propter verecundiam*, portavasi la maschera.

(4) *Oscillantes*. Sopra l'emendazione del testo guasto di questo luogo confr. Niebuhr, II, p. 40, n. 67. Lindemann in *Corpus Grammatt. vett. Latt.*, p. 193.

(5) Macrobii *Saturnalia*, ed. Janus. Quedlinburgi et Lipsiæ, 1852, I, XVI. *Nam cum Latiar, hoc est Latinarum solemne concipitur, item diebus saturnaliorum, sed et cum mundus patet, nefas est prælium sumere.*

V. anche Klausen, *Æneas*, etc. II, p. 798, n. 1479

(6) Cicero, *Epist. ad Quintum fratrem*, II, 4

(7) V. Livio, XXXII, 1; XXXVII, 3; XLI, 16.

Naegelé, p. 189, nota 66, dice: «Nasce la questione, se il concilio federale, aggiornato per ogni anno, e le ferie latine, che pure ogni anno ricorrevano, fossero celebrate nell'egual tempo od in tempo diverso; e di poi, se la valle Ferentina era frequentata anche per la celebrazione del Laziare; e se quando dagli scrittori è accennata la celebrazione della festa sul monte Albano, debbasi intendere un luogo diverso, forse la vetta dell'odierno monte Cavo. Alla prima

L'ammissione di nuovi Stati nella confederazione poteva avvenire per un trattato che incominciasse col carattere del diritto delle genti, per compirsi e per divenire un atto federale, e se il concilio esercitava la sovranità, doveva bene essere competente per siffatte transazioni. Per la stessa cagione, l'esclusione di un popolo federato dal corpo federale doveva pure essere di spettanza del concilio. Di questo fatto poteva essere cagione la posizione assunta da un popolo in opposizione agli scopi federali, e siffatta esclusione sembra che non potesse avvenire, se non quando il corpo federale fosse consenziente nel mettere al bando della confederazione un popolo. Nel corpo latino questo caso dell'esclusione si trova contemplato, ed abbiamo in Dionigi (1) che, nell'anno 258 di Roma, allorquando i deputati latini radunati alla Ferentina risolvettero la guerra contro i Romani, si diedero reciprocamente giuramento, e decretarono che quelli che non osservassero le convenzioni sarebbero esclusi dalla confederazione, sarebbero maledetti e dichiarati nemici comuni. Ma in onta di questi decreti di esclusione occorrono di molte guerre, le quali dovevano nascere per violazione di doveri federali, poichè erano tra federati, di molte guerre tra i diversi popoli latini, ed alquante ancora di tutto il Lazio contro la federata Roma. In questi casi sarebbe stato conforme alla costituzione che si pronunziasse sentenza di bando contro il violatore; ma quei federati erano abbastanza forti per declinare il tribunale e farsi giustizia da sè; e Roma sopratutto, quando poteva fare la guerra da pari a pari, soleva definire le liti con questo processo.

Ad ogni modo, sia nel caso di ammissione di nuovi Stati, sia nella loro eventuale esclusione, non si può a meno di non tener conto di quel concetto di organismo, secondo il quale il complesso degli elementi federali era costituito in un determinato numero. Se questo concetto era ancora vigente, ogni ammissione od esclusione doveva essere a lui subordinata, per quel procedimento con cui il fatto potesse essere accomodato alla teorica.

Vi ha di poi la sanzione delle costituzioni particolari dei singoli Stati della confederazione. Per avventura può recar meraviglia che in un tal grado di civiltà, quale era verisimile in quel corpo politico, si voglia avvertire ad un provvedimento di questa qualità, che fa supporre un certo avanzamento nella sapienza politica. Ma la natura delle cose agisce anche inavvertitamente, e gli uomini, che sogliono riunirsi come istintivamente secondo che si rassomigliano, trovarono forse in una maniera di vivere somigliante, cioè nelle medesime forme sociali, una cagione di più per stringersi in qualche vincolo politico. La convenienza di questa uniformità di vita civile nei diversi Stati componenti la confederazione potè nel seguito essere avvertita, perchè ogni ordinamento civile avendo uno spirito suo proprio ed una propria tendenza, se le costituzioni particolari non sono uniformi in un corpo quale è una federazione, che deve operare di

dimanda noi crediamo di poter rispondere, che il concilio ed il Laziare, di regola, erano celebrati nel medesimo tempo, e che quando gli scrittori non esprimono esplicitamente questa circostanza, ne sia cagione che il discorso non riguarda allora i concilj ordinarj annui, ma gli straordinarj. In quanto al luogo della celebrazione, stimiamo assolutamente che le ferie latine fossero celebrate sulla più alta vetta del monte, donde lo sguardo poteva stendersi sopra tutte le città federate del Lazio, e dove ancora nel passato secolo potevano vedersi le ruine del tempio ed altre sostruzioni ». — Cf. Corradinus, T. I, lib. I, c. 8, p. 76. — Vulpius, T. VII, lib. 12, c. 4, p. 50.

(1) V, 61, ὅρκους ἔδοσαν ἀλλήλους, καὶ τοὺς μὴ φυλάσσοντας τὰς ὁμολογίας, ἐκσπόνδους εἶναι καὶ καταράτους ἐψηφίσαντο καὶ πολεμίους ἅπαντων.

conserva, i suoi movimenti non potranno andare d'accordo. Il disordine avrà fatto pensare alla necessità dell'ordine. Di fatto, T. Livio credette di avvertire anche nella confederazione etrusca questo bisogno di uniformità, questo dovere dei confederati di vivere nelle loro società particolari al medesimo modo politico, e significò per lo meno un'implicita sanzione federale alle costituzioni particolari, raccontando che la confederazione etrusca non avrebbe voluto porgere ajuto a' Vej contro ai Romani, perchè questa città aveva modificata di suo arbitrio la costituzione. Non si conosce se nel corpo latino vi fosse la facoltà di praticare qualche atto che avesse sembianza di approvare o disapprovare le costituzioni particolari: ma vuolsi porre mente a questo fatto, che gli Stati particolari furono da prima tutti ad un modo presieduti da re, e poscia tutti da dittatori (1). Il che, se non avvenne per un atto legale esplicito, è però sempre la espressione di un sentimento, che rivela in quei popoli la volontà di vivere conformi negli ordini politici; ciò che può risolversi virtualmente in una tacita sanzione federale alle costituzioni particolari.

Al concilio doveva certamente appartenere il potere legislativo, ed in ultima istanza anche il mantenimento delle leggi esistenti. È soverchio qui disputare se al concilio ordinario spettasse il potere costituente o no, poichè di sopra, ragionando della sovranità del concilio, fu trovato che non apparisse alcuna distinzione nell'esercizio de' suoi poteri. La legge fondamentale, come fu pure superiormente congetturato, sarebbesi formata per consuetudine. È probabile che parecchie altre leggi ordinarie si fossero formate al medesimo modo. Non vi sarebbe quindi stata alcuna distinzione subjettiva, che potesse fare avvertire della diversità di queste qualità di leggi. La distinzione objettiva era forse troppo sottile per quei tempi, per rendere necessaria una diversità di mandato o di forma del corpo legislativo per le diverse specie di legge. È verosimile adunque che il concilio esercitasse ogni sorta di potere legislativo.

Ma le leggi e le consuetudini esistenti dovevano essere mantenute. In prima istanza erano i magistrati federali che procuravano l'osservanza delle leggi federali; ma in questa osservanza potevano occorrere controversie d'interpretazione e conflitti di esecuzione. Mediante l'interpretazione, non importa di avvertirlo, avviene la spiegazione della legge, e nel giudizio dei conflitti si verifica, mediante la giurisprudenza, la sussistenza della legge, e si applica al caso. Vuolsi qui suggerire, se per avventura la sussistenza della legge o consuetudine in questi tempi, non venisse avvertita (2) e verificata che per mezzo della giurisprudenza.

Le leggi federali ponno riguardare i rapporti tra la confederazione ed i confederati, e quelli dei confederati tra loro; epperò le controversie ed i conflitti tra questi rapporti ponno distinguersi in queste due classi. I rapporti tra la confederazione ed i confederati

(1) Lorenz, *De Dictatoribus Latinis et Municipalibus*, p. 14, 15. Si osserva che gli scrittori romani non di rado nominano le città libere, cioè non governate in monarchia, col nome di *popoli*, e questi nomi frequentemente occorrono nel Lazio ed in Italia, siccome *populus Albanus* (Liv. I, 24, 28), *populus Collatinus* (Liv. I. 38), *populi Latini* (Liv. I, 45; II, 14), *omnes Etruriæ populi* (Liv. II, 44; IX, 32), *Samnitium populi* (Liv. IX, 20; X, 14). Dionigi fa dire ad Appio Claudio (VI, 62) ἀριστοκρατεῖται δὲ καὶ τὰ ἔθνη τὰ πέριξ ἡμῶν ἅπαντα.

(2) La consuetudine viene osservata allo stesso modo con cui fu generata, spontaneamente, quasi istintivamente, e di solito non sarebbe avvertita nella coscienza, se non quando viene violata o contraddetta.

sono diritti e doveri, cioè i diritti dei confederati ad essere protetti dall' autorità federale in tutti gli atti della vita federale, e a non essere impediti in alcun atto che non offenda la confederazione; ed i loro doveri erano d' intervenire al concilio mediante la deputazione, di uniformarsi agli atti legislativi di esso, e specialmente di prestarsi ai doveri militari.

Alcuni di questi doveri sono anche diritti: non diritti in quanto che la confederazione fu accettata, ed insieme con essa furono accettati gli obblighi che impone agli uni, generanti diritti negli altri; ma sono diritti in quanto che gli Stati od i federati che compongono la confederazione, hanno il diritto di contribuire alla sua azione, coi mezzi determinati a questo scopo. L' invio delle deputazioni al concilio è il fondamentale di questi mezzi: di poi, perchè la confederazione principalmente formossi per la difesa, e principalmente manifestava la sua azione nella guerra, viene la contribuzione della milizia. Qui, sotto il punto di vista della confederazione già accettata, questi due mezzi non sono che i principali dei doveri federali.

Fu indicato superiormente in che numero ed in che modo le deputazioni dei singoli Stati federati procedevano al concilio: ora circa alla milizia accade di avvertire, che la sua contribuzione per parte dei confederati non era un dovere, se non nel caso di una decretata guerra federale. L'uso della milizia era federale, quando era ristretto nei confini di siffatti decreti, ma non tutto il suo uso era ristretto entro questi confini. Era confessato che, anche negli ultimi giorni di vita della confederazione (1), i popoli latini potessero far guerra con chi a loro piacesse: il che, se era permesso quando Roma era tanto potente sulla confederazione, che per poco stava ad opprimerla, ed aveva interesse a tenersi vincolati in ogni modo i confederati, *a fortiori* ciò doveva avvenire quando i Latini nel primo periodo erano ancora indipendenti da Roma. Ma questa questione riguarda principalmente le transazioni internazionali, epperò non ha qui tutto il suo luogo.

In quanto al modo con cui questa milizia era ordinata, per rapporto al diritto (2), può dirsi che fosse quello stabilito nei singoli Stati contribuenti, e può congetturarsi anche che questo modo fosse uniforme. Ma se questo modo di ordinamento apparteneva agli Stati particolari, la sua notizia dovrà trovarsi nelle parti del diritto pubblico di questi Stati.

I rapporti tra i confederati sono quelli che furono forse in parte le cause, e certamente le occasioni che determinarono i popoli Latini a confederarsi, e vengono principalmente rappresentati in quattro atteggiamenti, che sono: l'ospizio, il commercio, il connubio e la ricuperazione. Questi atteggiamenti formano oggidì la materia del diritto delle genti privato.

Ma il diritto delle genti naturale, se era implicitamente sentito, non venne però alla coscienza del genere umano che a poco a poco, e non fu applicato nelle transazioni internazionali che per gradi. L'antichità civile mostrò di avvertirlo; alcuni filosofi, Cice-

(1) Liv. VIII, 2-3: *in fœdere Latino nihil esse, quod bellare cum quibus ipsi velint, prohibentur.* Anno di Roma 415, cioè nell'anno della battaglia del Vesuvio.

(2) La descrizione che fa Livio dell'esercito romano e latino (VIII, 8), prima di raccontare la battaglia del Vesuvio, è tutta per l'aspetto militare, e ne appare che le armi latine erano ordinate allo stesso modo che le romane. È noto che l'imperatore latino menava trionfo sul monte Albano.

rone, lo proclamarono; il diritto romano lo definisce; ma nell'antichità rimota questo senso di giustizia tra le nazioni non appare sviluppato. Le religioni nazionali che, attribuendo nell'opinione di quelle genti un'origine divina a' diversi popoli, li costituivano rispettivamente in una condizione tenuta per privilegiata e distinta dagli altri; le società che indi ne nascevano, nelle quali l'uomo non aveva valore, se non in quanto che era cittadino di quella società: contribuirono ad isolare le nazioni nel pensiero e nei fatti, ed a fare che ciascuna parte si riguardasse di natura migliore e diversa dalle altre. Cicerone (1), citando le XII Tavole, dice: *Hostis apud majores nostros is dicebatur, quem nunc peregrinum dicimus. Indicant duodecim Tabulæ: aut status dies cum hoste. Itemque, adversus hostem æterna auctoritas.* Se lo straniero chiamavasi *hostis*, e questo vocabolo rimase a significare *nemico*, pare che, nel primo significato, *straniero* e *nemico* non erano distinti. Se lo stato di guerra contro l'*hoste* non era sempre *flagrante*, se venne anche modificato in principio, rimanevano però parecchie conseguenze, di che quell'*æterna auctoritas* delle XII Tavole è una prova. Ciò nonostante, la natura umana non poteva a meno di non render cenno della sua essenza. Se la ragione comune non riconosceva esplicitamente il diritto delle genti naturale, i bisogni reciproci de' diversi popoli ne reclamavano però in qualche modo l'applicazione. Fu provveduto al difetto con mezzi artificiali, cioè coi trattati positivi, e fu trovato che la materia essenziale di questi trattati era il diritto naturale. Così implicitamente venivasi riconoscendo in diverse applicazioni cotesto diritto; il quale, se nei rapporti di nazioni indipendenti fu il diritto delle genti, applicato alle transazioni di quei popoli che, avendo già riconosciuta la loro eguaglianza di condizione, si erano stretti in federazione, potrebbe ben dirsi federale.

Trasformato il diritto delle genti naturale in positivo, e propriamente in diritto federale, ne dovevano risultare le conseguenze della sua natura, e della sua natura nelle attuali sue applicazioni. Il Latino federato doveva avere libero accesso in qualsivoglia Stato della confederazione, doveva esservi rispettato nella sua persona e nella sua proprietà, doveva essere ammesso a tutte le transazioni della vita *civile* coi cittadini degli altri Stati federati. Da queste condizioni, le quali ricompajono naturali, poichè un patto federale faceva riguardare il Latino eguale al Latino, ed erano indispensabili se i Latini dovevano vivere in vita federale, doveva necessariamente emergere un sistema di rapporti, che ne' suoi principali caratteri si determinasse coll'ospizio, col commercio e col connubio, e riuscisse quindi a sancire questi tre atteggiamenti, che furono, come fu già accennato, forse in parte cagione e certamente occasione della formazione della stessa confederazione. Questi atteggiamenti, che sono così richiesti dalla natura della cosa, sono anche comprovati dalla testimonianza della storia, perchè, oltre ai cenni ed alle allusioni qua e là sparse negli scrittori, si ha che in Roma, sotto il consolato di A. Sempronio Atratino e Marco Minucio, fu approvato dal popolo un senatusconsulto, per cui era data facoltà di rescindere i matrimonj tra i Romani e le Latine, e viceversa (2), e di poi che, alla estinzione della stessa confederazione pronunziata da Roma, furono vietati tra i Latini i connubj ed i commerci (3), donde si fa induzione della sussistenza di questi istituti prima della loro rescissione o del loro divieto. Ora, considerando la loro natura,

(1) *De Officiis*, I, 12.
(2) Dionys., VI, 1.
(3) Liv. VIII, 14.

si scorge che essi involgevano in sè la parte essenziale della vita privata civile, per cui, se c'dovevano essere reciprocamente effettuati negli Stati federati latini, si può essere indotti a pensare, che la legislazione civile, sotto qualsivoglia forma essa sussistesse, fosse uniforme negli Stati federati. Ciò appare più probabile quando si ponga mente, che la parità delle circostanze sociali può avere determinati i medesimi provvedimenti legali; che le costituzioni politiche degli Stati particolari, se erano conformi, come fu già congetturato, potevano essere causa, siccome effetto, della conformità della legislazione civile, e quindi ne potrebbero anche per sè stesse dare indizio; in fine, questa somiglianza riesce pur probabile, quando si avverte anche al carattere generale di somiglianza che riscontrasi nelle istituzioni dei popoli italici.

Dei rapporti federali ora avvertiti, l'ospizio dovette essere il primo a svilupparsi. L'ospizio, nella sua essenza, può riguardarsi come la facoltà di un cittadino di un dato Stato di entrare in uno Stato estero, e quivi di essere rispettato nella sua persona e nella sua proprietà, al pari dei cittadini proprj dello Stato. Tra le nazioni civili lo straniero è considerato come un cittadino temporaneo dello Stato in cui si trova, per riguardo alla persona ed alla proprietà. L'antichità, i popoli rozzi ponno avere ed hanno circondato l'ospizio di altre circostanze, come di albergare ed alimentare il cittadino straniero a spese pubbliche o private; ma queste circostanze non sono che parti accessorie, che non alterano l'essenza dell'atto. In questa essenza l'ospizio è passato per tutte le età, e dura nei presenti tempi. Esso è rappresentato per tal carattere nei passaporti degli odierni Stati, ed è tuttora respinto da certi Stati barbari, e viene anche sospeso dagli Stati civili. Tuttavolta, siffatte sospensioni, vuolsi avvertirlo, non poterono avere che il carattere di rappresaglia di guerra, ma non mai quello di una negazione in principio del diritto di ospizio.

Il commercio è definito da Ulpiano (1) il diritto reciproco di compra e vendita; a cui si aggiunge anche la facoltà di trasportare le merci da un luogo all'altro. Potendo comperare e vendere e trasportare le cose da uno in altro luogo, ne viene che era riconosciuto il diritto di proprietà in chi faceva questi atti e conseguiva gli oggetti dei contratti. Si dimanda ora: se questo diritto era riconosciuto in tutta la sua estensione: se il diritto di compra e vendita era comune a tutti i beni, mobili ed immobili; se un Latino, p. e., poteva essere proprietario di beni fondi in qualunque Stato della confederazione; se vi poteva adire una eredità e possederla in proprietà. Riconosciuta la proprietà in qualche caso, è naturale il passaggio agli altri. Ma se era ammesso il connubio colle sue conseguenze legali, ne deriva che il diritto di eredità doveva essere riconosciuto, e dove sia riconosciuto questo diritto (il quale naturalmente, se qualche causa speciale, siccome un principio politico, non si oppone, si estende anche ai beni immobili), perchè non poteva essere ammesso in genere entro queste probabilità il diritto reciproco di proprietà nei confederati Latini sopra tutti i beni mobili ed immobili che fossero? Ma la compra e vendita stessa, la *emtio*, e con essa quindi il *jus commercii*,

(1) *Liber singularis regularum*. Tit. XIX, § 5, 6. Lipsiæ, 1833: *Commercium est emendi merces et vendendi invicem jus*: di poi, anche: *Itemque facultas comportandi merces ex uno in alium locum*, che ne è una conseguenza necessaria.

fu estesa nel suo significato, poichè, secondo Pomponio, sino dal tempo delle XII Tavole *Lex XII Tabularum emtionis verbo omnem alienationem complexa videtur* (1).

In genere, si consente a riconoscere (2) che, per il commercio, il cittadino di uno Stato federato latino godeva in tutti gli Stati della confederazione, come fosse nel suo, di tutti i diritti di proprietà.

Fu asserito, che il diritto delle genti naturale venisse applicato per gradi alle relazioni internazionali: oggidì si vorrebbe ammettere che i diritti di proprietà siano riconosciuti nel vigente diritto delle genti positivo. Tuttavolta trovasi ancora nei codici moderni (3), che tale o tale altro diritto sarà accordato allo straniero, secondo che nello Stato dello straniero sia accordato il medesimo diritto ai proprj cittadini. La qual cosa, se dalla parte dei legislatori di questi codici è una ricognizione implicita di un tale o tale altro principio di diritto delle genti, rende cenno ancora che vi ponno essere oggidì degli Stati, i quali non riconoscano in pratica tutti i dettati del diritto delle genti razionale. Ma qui vuolsi pure avvertire, che talvolta una disposizione di legge può parere una negazione di questo diritto, quando invece non è che una conseguenza di diritto pubblico, siccome p. e. potrebbe essere il divieto agli stranieri di possedere beni fondi nel proprio territorio, perchè il possesso di questi beni è vincolato da leggi politiche ai cittadini del proprio Stato.

Il connubio è definito da Ulpiano la *facoltà di menar moglie legalmente* (4), ed il diritto di connubio nella confederazione latina (5) si crede che consistesse in ciò, che il matrimonio, contratto da un cittadino latino con donna latina nel suo Stato od in altro federato, fosse egualmente valido, ed avesse tutte le conseguenze legali in tutti gli Stati della confederazione.

Fu accennato di sopra al mantenimento delle leggi, e quindi che esse dovessero all'occorrenza essere interpretate e fatte eseguire, ossia ai casi occorrenti applicate; e furono indicate le specie di rapporti della confederazione coi confederati, e dei confederati tra loro, dai quali potevano emergere le necessità dell'interpretazione e della applicazione delle leggi. Ora vuolsi dimandare a quale interprete ed a qual giudice fossero i casi occorrenti in queste materie demandati. Al potere legislativo, sovrano, doveva certamente spettare la interpretazione assoluta della legge, poichè lo spiegare ed il dichiarare il significato di una legge non si risolve che in una replica del medesimo atto legislativo che l'ha formata e promulgata. Anche le legislazioni moderne (6) attribuiscono al solo legislatore l'interpretazione assoluta della legge; il che *a fortiori* doveva del pari

(1) Nel trattato tra Roma e Cartagine (Polyb. III, 24) è sancito, che al Romano sia lecito nella Sicilia cartaginese e nella stessa Cartagine, di vendere e di fare tutto quello che è permesso allo stesso Cartaginese; e viceversa, in Roma al Cartaginese ciò che è lecito al Romano.

Il vendere, πολεῖσθαι, trovasi espressamente accanto alla facoltà di fare tutto, πάντα ποεῖσθαι ὅσα καὶ τῷ πολίτῃ ἔξεστι.

Se così adunque intendevasi la vendita quasi ne' primi tempi di Roma nei rapporti internazionali, è lecito congetturare che all'egual modo fosse interpretato il *jus commercii* tra i federati latini.

(2) Naegelé, *Studien*, etc., p. 176.

(3) Codice civile austriaco, § 33.

(4) *Liber singularis regularum*, etc. Tit. V, § 3, 4 : « Connubium est uxoris jure ducendæ facultas ».

Rossbach, *Untersuchungen über die römische Ehe*. Stuttgart, 1855, p. 390.

(5) Naegelé, *Studien*, etc., p. 177.

(6) Codice civile austriaco, § 8.

avvenire in tempi e Stati, in cui le distinzioni circa le attribuzioni dei diversi poteri non erano sottilmente meditate, e la differenza tra il fare la legge e l'interpretarla non era forse nemmeno avvertita in quelle diversità che pur vi si trovano.

Ma quando la legge, dovendo essere applicata ai casi concreti, poteva essere contraddetta o violata, allora sorge l'idea di un tribunale, o di qualche cosa che lo rassomigli, come una necessità della situazione. Questo tribunale doveva conoscere delle controversie o delle violazioni nei rapporti tra la confederazione ed i confederati, e degli Stati confederati, o dei semplici cittadini di questi Stati tra loro. In questa contingenza di casi un tribunale non era che un ente giudicante, ma distinto dal potere legislativo nella sua azione. La sua competenza doveva essere federale, e quindi da esso vorrebbe essere esclusa ogni idea d'appello dai tribunali degli Stati particolari, quando non fosse per casi federali. Se fosse stato anche tribunale d'appello in modo assoluto per le cause particolari decise in prima istanza dai tribunali dei singoli Stati, non lo era come tribunale federale.

Questo tribunale, quand'anche dovesse essere un ente distinto per la sua azione, poteva però essere compenetrato nel medesimo corpo del potere legislativo. Nei primordj delle società il legislatore suole essere anche il giudice, e certamente in molti casi, o direttamente o per appello, il potere giudiziario trovasi esercitato da chi è investito anche del potere legislativo. Questa confusione di poteri, o piuttosto questa trasformazione del medesimo ente politico da una persona nell'altra, da legislatore in giudice per alcuni casi, p. e., per i delitti contro lo Stato, durò nei tempi di maggiore sviluppo politico, ed anche nei recenti. Ma nell'antichità questa compenetrazione di esercizio derivò per avventura da mancanza di discernimento nella materia, e da non maturità di sviluppo dei germi civili. Nei recenti tempi la trasformazione, p. e., di una camera legislativa di pari in corte di giustizia per i delitti di Stato, fu un'avvertita attribuzione di un grave esercizio giudiziario ad un corpo che, nel supremo pericolo della società, doveva avere la maggior cura di mantenerla.

Nell'un caso e nell'altro può soccorrere un'idea, ed è, che essendo pur in fondo la medesima persona, il sovrano, ossia il potere legislativo (la persona nella quale è incarnata la conservazione della società), e quella che esercita il potere giudiziario, in certe cause essa riuscirebbe come giudice e parte, e la questione potrebbe anche parere che fosse portata al fôro dell'offeso. Sì, forse potrebbe parere, ma in niun caso sarebbe stata l'intenzione principale di arrivare a questo fine. Nell'antichità, se ci potè entrare il principio del fôro dell'offeso, non era però abbastanza avvertito in un caso così astratto, come doveva essere quello di un delitto contro lo Stato, e già per sè bastavano i motivi prealleggati, ed erano forse i principali, per la compenetrazione dei due poteri legislativo e giudiziario in un solo ente o corpo. Nei moderni tempi, nella trasformazione di una parte del corpo legislativo, e di quella parte a cui si attribuiva il principio conservatore, in un corpo giudicante non facevasi che per dare una maggiore garanzia alla società per la sua sicurezza, ma non già per assegnare il giudizio di una causa ad un corpo che rappresentasse la parte dell'offeso. In quanto al fôro dell'offeso ci converrà di ragionare più sotto, ed ivi si disputeranno le ragioni della sua competenza.

Tuttavolta, se i due poteri venivano compenetrati in un solo ente con distinta azione,

si trova che furono anche separati, ed un tribunale federale delegato dal sovrano potè sedere a giudicare le cause, che sarebbero state attribuite all'ente od al corpo misto dei due poteri. Questa delegazione non è dei primi fatti politici, perchè suppone qualche analisi delle materie, od un maggiore sviluppo civile, per cui fosse necessario una divisione di funzioni.

Un tribunale federale, comunque compenetrato o distinto, è reclamato nei conflitti tra la confederazione ed i confederati, e sembra pure di preferenza richiesto nelle contese tra gli Stati confederati; ma in quelle tra i singoli cittadini di Stati diversi federati può anche essere supplito da una legge di competenza di fòro.

Nella confederazione latina, nelle contese circa ai rapporti tra il corpo federale ed i confederati, occorre il concilio come tribunale. Il caso di Turno Herdonio, imputato di aspirare all'imperio sopra i Latini, fu da Tarquinio Superbo deferito a quel corpo, e da questo corpo giudicato (1). La pena fu la morte con esacerbazione (2). Per questo atto di giurisprudenza si conosce la legislazione federale sopra questa materia. Ma questo caso non riguarda che la legge criminale ed un individuo. Negli altri casi, nelle omissioni dei doveri federali, p. e., di cui fossero imputabili i singoli Stati, forse non era che la guerra che li potesse punire colle pene, in forma di patti gravosi dopo la vittoria. Questa sarà stata praticamente la legislazione federale per questi rapporti.

Il caso di Turno Herdonio per verità appartiene al secondo periodo; ma niuna cosa impedisce dal supporre, che valendosi Roma, anche in tempo di sua preponderanza, del concilio e della sua procedura per un asserito delitto contro la confederazione, non fosse il concilio il tribunale competente nelle lesioni dei rapporti tra la confederazione ed i confederati anche nel primo periodo di quel sistema politico, e che la pena applicata fosse di quella legislazione criminale. Non si conosce del rimanente altra disposizione di legge o consuetudine federale per le altre violazioni dei succennati rapporti.

Nelle lesioni dei rapporti dei confederati tra loro si presenta il concetto della ricuperazione. Questo istituto dovette emergere spontaneamente tra i popoli che praticavano insieme l'ospizio, il commercio ed il connubio; poichè se questi popoli si riconoscevano tanto tra loro amici od eguali, da vivere in questi rapporti, dovevano ben ammettere una conseguenza che da essi derivava, cioè d'interpretare amichevolmente le differenze o le lesioni che in essi potevano nascere, di procurarne le riparazioni cogli arbitramenti e coi giudizj, e non colla guerra. Epperò, se quei rapporti furono cagione od occasione ai popoli latini di stringersi tra loro in vincoli politici, e ricevettero nella condizione politica una forma legale, anche la ricuperazione, che li sanciva e che nacque nelle medesime circostanze, avrà ricevuta la stessa forma.

La ricuperazione, fuori di alcune notizie isolate e qua e là sparse, che non permettono di formarsene un concetto adequato, trovasi definita in un brano di Elio Gallo, conservatoci da Festo (3), nel seguente modo: *Reciperatio est, ut ait Gallius Ælius, quum inter populum et reges, nationesque et civitates peregrinas lex convenit, quommodo per reciperatores reddantur res, reciperenturque, resque privatas inter se persequantur* (4).

(1) Liv. 1, 51.

(2) Liv. 1, 51.

(3) Elio Gallo era contemporaneo di Cicerone.

Sell, *Die Recuperatio der Römer.* Braunschweig, 1837, p. 30.

(4) Naegelé, *Studien, etc.*, p. 30, N. 1.

Nell'estratto che fece Paolo Diacono di questo brano di Festo la definizione è così ridotta: *Reciperatio est, quum inter civitates peregrinas lex convenit, ut res privatæ reddantur singulis, recupe-*

La ricuperazione era dunque tenuta per un atto del diritto delle genti, per il quale era fatta una riparazione di una lesione patita, poichè il significato di *ricuperare* implica il concetto di cosa propria perduta che vuolsi riavere; era un richiamo, in forza dei trattati, di cosa o di atto dovuto per giustizia naturale. Essa comprendeva la materia criminale e la civile. La ricuperazione in questo significato poteva aver luogo tra tutte le nazioni che volevano rendere positivi tra loro questi doveri di diritto naturale; ed in effetto, dalla definizione sopradetta appare che si praticasse in quella estensione. Le nazioni indipendenti che venivano in qualche comunicazione tra loro, e per occasione in qualche conflitto, non applicando spontaneamente il diritto naturale, non avevano che la guerra od i trattati per far valere i dettati di questo diritto. Non di rado si appigliavano al rimedio dei trattati dopo l'esperimento della guerra. Ma quando alcuni popoli si ristrinsero in federazione (il che implica una ricognizione reciproca di eguaglianza di diritti e di doveri naturali), e furono sanciti quei rapporti di vita comune sopraccennati, che furono forse cagione o diedero occasione a questa federazione, la ricuperazione uscì fuori in forma legale per mantenere illesi cotesti rapporti, siccome in genere tutti quegli altri che dalla condizione reciproca di federati dovevano risultare. La ricuperazione in una federazione riassume, rappresenta e sancisce l'esecuzione di quei doveri che risultano dai rapporti federali sia degli Stati tra loro, sia dei loro cittadini.

In queste condizioni la ricuperazione doveva dunque sussistere nella confederazione latina.

Questo fatto è realmente confermato dalla storia. Dionigi riferisce dei trattati stipulati sotto a Romolo tra le città latine (1), per i quali era stabilita la ricuperazione. Il che dimostrerebbe, che se questo istituto era usato nella forma del diritto delle genti con Roma, prima che questo Stato partecipasse alla confederazione latina, tanto più doveva essere adoperato tra i confederati latini. Di poi lo stesso storico, al proposito di un consiglio latino tenuto sotto Servio Tullo (2), accenna che le città che avessero gravami tra loro, li deferissero alle altre, perchè ne facessero giudizio. In altro luogo pur Dionigi racconta che i Latini, per produrre una causa onesta di una guerra che erano per muovere a Roma, mandano ambasciatori al senato romano, significandogli che la città di Roma era accusata dagli Aricini, e dichiarando, che, se nei punti di contesa Roma vorrà sottoporsi cogli Aricini al tribunale comune, non le sarà fatta guerra (3). Il senato declinò la di-

renturque; per cui il concetto primitivo n'è reso difettoso.

(1) III, 2, συνθῆκαι γὰρ ἦσαν ταῖς πόλεσιν ἐπὶ Ρωμύλου γενομέναι, τὰ τε ἄλλα ἔχουσαι δίκαια καὶ ἵνα μηδετέρα πολέμου ἀρχῃ· ἡ δ' ἐγκαλοῦσα ὅ τι δή ποτε ἀδίκημα δικάζηται παρὰ τοῖς ἀδικοῦσιν· εἰ δέ μὴ τυγχάνει, τότε τὸν ἐξ ἀνάγκης ἐπιφέρει πόλεμον, ὡς λελυμένων τῶν σπονδῶν.

(2) IV, 26, καὶ εἴ τι γένοιτο αὐταῖς πρόσκρουσμα πρὸς ἀλλήλους, ἐκ τῶν ἱερῶν τούτων διαλύσονται, ταῖς ἄλλαις πόλεσιν ἐπιτρέψασαι διαλύσαι τὰ ἐγκλήματα.

(3) V, 61. Εἰ μὲν οὖν βουλήσονται αὐτοὺς δίκας Ἀρικηνοῖς ὑπέχειν ἐπὶ τὸ κοινὸν τῶν Λατίνων ἀρτιόμενοι δικαστήριον, καὶ εἴξουσι τοῖς ὑπὸ πάντων δικασθησόμενοις, οὐδὲν αὐτοῖς ἔρασαν ἐνήσειν πολέμου. A questo luogo Dionigi produce anche i nomi dei popoli latini che intervennero alla Ferentina per la cagione ora indicata, i quali vogliosi qui annoverare, ad indizio di quali popoli si componesse la confederazione in quel tempo. È verisimile che siffatti popoli, almeno per il maggior numero, costituissero anche sempre il corpo della confederazione. Di poi giova di avvertire, che nella loro quantità trovasi anche una conferma di quel numero *trenta*, che

manda, adducendo a pretesto, che in questo tribunale sarebbero stati riuniti in una sola persona il giudice e l'accusatore, e preferì la guerra. Ma se qui trovasi una eccezione contro la composizione del tribunale, emerge però sempre la sussistenza dello stesso tribunale comune, cioè federale, dei popoli latini.

Questi due ultimi casi cadono in tempo, in cui Roma era già partecipe della confederazione, poichè la sua ammissione avvenne, come vedrassi nel seguito, sotto a Servio Tullo: ma ciò è addotto in prevenzione, per dimostrare per analogia od anche *a fortiori*, che se le contese tra gli Stati federati dovevano essere portate avanti ad un tribunale federale od a qualche cosa di somigliante, quando Roma era nella confederazione; è ben probabile che siffatta istituzione, richiesta dalla natura delle cose, sussistesse anche nel primo periodo.

Circa alla qualità dell'ente giudicante occorre di osservare, che Dionigi dice nel primo di questi casi, che la causa fosse demandata alle altre città, cioè a quelle non involte nella contesa; di poi, nel secondo caso parla di un dicastero comune. Non vi era adunque una norma fissa per l'ordinamento di questa istituzione, che è una necessità in una costituzione federale? Può essere avvenuto che le città non partecipanti della contesa componessero, per i loro deputati, quel comune dicastero di cui si parla nel secondo caso, e che questo comune dicastero dal suo canto può non essere altra cosa che il concilio, composto dei deputati delle sole città imparziali alla contesa, trasformato in tribunale, e qui nominato per questo aspetto.

Ma contuttociò non si può escludere anche il caso, che non venisse delegato dal potere sovrano un corpo giudicante, e che questo corpo fosse quel comune dicastero rammentato da Dionigi. La storia romana rende cenno pure di commissioni giudicanti in cause internazionali (1), le quali, per il loro carattere, ben ponno risolversi nella stessa cosa che i tribunali federali per le liti tra i federati. Tuttavolta, se un tale corpo delegato sorgesse, pare più probabile che ciò avvenisse dopo che il potere legislativo avrebbe

fu indicato come organico del corpo latino. Finalmente è da osservarsi, che da questo numero mancano gli Ernici e gli Equi, i quali, come fu altrove asserito, non intervenendo alla Ferentina, non potevano essere considerati come federati latini, quantunque vivessero per avventura in permanente alleanza colla confederazione.

Il testo che qui si cita di Dionigi non è già tolto dalla edizione di Oxford, 1704, come gli altri brani, ma da quello prodotto dal Niebuhr nella citata sua edizione, parte II, p. 362, nota 21, il quale è fondato sopra un codice vaticano, con emendazioni di Lapo e di Gelenio. Circa alle emendazioni e giustificazioni dei nomi di questo elenco di popoli, vedasi la stessa nota ora citata di Niebuhr. Il brano adunque è in questi termini: οἱ πρόβουλοι ἀπὸ τούτων τῶν πόλεων ἦσαν. Ἀρδεατῶν, Ἀρικηνῶν, Βουβεντανῶν, Κόρνων, Καρυεντανῶν, Κικραιτῶν, Κορικλανῶν, Κορβίντων, Κορανῶν, Φορτινειῶν, Γαβίων, Ἀκυρεντίνων, Λανουηίων, Λαβινιατῶν, Λαβικανῶν, Νωμεντανῶν, Νωρβανῶν, Πρατινεστινῶν, Πεδανῶν, Κορκοτουλανῶν (Querquetulanorum), Σατρικανῶν, Σκαπτίνων, Σητίνων, Τελληνίων, Τιβουρτίνων, Τολερίνων, Τοσκλανῶν, Τριχρίνων, Οὐελιτρανῶν. Manca un popolo a compiere il numero *trenta:* ma nell'elenco che si legge nell'edizione di Oxford, dove però i popoli non sono che ventiquattro, trovasi il nome dei Βοίαλανων, che manca all'attuale, e forse questo nome potrebbe valere per compiere il numero organico!

(1) Liv. XXXIX, 26. *Placere deduci præsidia Macedonum ex iis urbibus, et antiquis Macedoniæ terminis regnum finiri. De injuriis quas ultro citroque inlatas quærantur, quomodo inter eas gentes disceptetur formulam juris exequendi constituendam esse.* Donde viene la necessità di una commissione per giudicare secondo questa formola di diritto.

fatte le sue esperienze come potere giudiziario, poichè l'emergere di un siffatto corpo suppone o bisogni civili di un maggiore sviluppo, od una riflessione maggiore sopra gli ordini civili. Così congetturando non si fa che ripetere le asserzioni pronunziate superiormente in forma teoretica intorno alla probabile trasformazione del corpo legislativo in giudiziario, e ad una probabile delegazione di questo ultimo potere: ma se non si hanno altre notizie, e dall'altra parte la natura delle cose ed anche la loro situazione storica accennano a questi risultati, non si ha altra via che la precedente per uscire da questa questione.

Fin qui il tribunale federale fu considerato come che esercitasse la sua azione nelle controversie tra gli Stati; ma gli Stati ponno avere rivendicate le cause, massime le criminali, dei loro cittadini: anzi le lesioni, per le quali sogliono gli Stati movere querele, sono d'ordinario cagionate direttamente ai loro cittadini. Perciò le controversie private sarebbero tradotte in pubbliche; ma tuttavia poterono rimanere anche private, e fu contemplato questo caso.

Queste cause private, civili o criminali che fossero, se mai prima erano portate avanti al fôro federale, pare che nel seguito fossero demandate al fôro particolare delle parti contendenti (1); donde emerse la disposizione sulla competenza di fôro. Fu certamente un progresso nelle idee giuridiche una determinazione di competenza, perchè essa esigeva qualche considerazione sulla natura della giurisdizione dei tribunali, che non era necessaria ad avvertirsi quando le parti dovevano comparire avanti ad un tribunale comune.

Pare che la materia criminale fosse la più abbondante: prima, perchè i tempi barbari o rozzi permettevano maggiori violenze; di poi, perchè in questi stessi tempi la distinzione tra il delitto e la controversa lesione civile, ossia la impugnazione di un diritto civile, non fosse in diversi casi facilmente avvertita, e quindi scambiata col fatto criminoso, che è la violazione di un diritto riconosciuto.

Circa alla competenza del fôro criminale si può trarre qualche indizio, oltre ai caratteri generali della natura umana, anche dall'ordine dei Feziali. I Romani, mediante i loro Feziali, dimandando la riparazione dei danni, esigevano anche la consegna dei delinquenti, e qualche volta essi stessi consegnavano anche i loro cittadini colpevoli agli Stati che li dimandavano (2). La consegna dell'offensore all'offeso è una dichiarazione di competenza di fôro, ed oltre a questo rivela anche un pensiero sullo scopo della legislazione penale. Il rendersi giustizia da sè fu certamente il primo fôro a cui ricorse il genere umano, quando non erano ancora istituiti i tribunali, e non di rado anche dopo la loro istituzione. Questa procedura rendeva immagine della guerra, siccome nella guerra vi ha pure implicito il principio della procedura giudiziaria. La vendetta fu la prima giustizia, e la composizione (*widrigildo*), che subentra all'atto materiale della vendetta fatta dalla

(1) Dionys. VI, 95. Ῥωμαίοις καὶ ταῖς Λατίνων πολέσιν εἰρήνη πρὸς ἀλλήλους ἔστω μέχρις ἂν... τῶν τε ἰδιωτικῶν συμβολαίων αἱ κρίσεις ἐν ἡμεραῖς γιγνέσθωσαν δέκα παρ' οἷς ἄν γένηται τὸ συμβόλαιον.

(2) Sell., *Die Recuperatio der Römer*, p. 148, N. 1, p. 157: *Quum Legatos Apolloniatium ad Senatum missos quidam juvenes pulsassent, dediti sunt Apolloniatibus.*

Liv., *Epit.* XV. Valer. Max. VI, 6. *L. Minucius Mirtilus et L. Manlius eo anno dediti sunt Chartaginiensibus.*

Dionys. II, p. 131. Ἐὰν δόξωσι τὰ προσήκοντα ἐγκαλεῖν, τοὺς ἐνόχους ταῖς αἰτίαις συλλαβόντας ἐκδότους τοῖς ἀδικηθεῖσι παραδιδόναι.

parte offesa sull' offensore, tiene pure del carattere della vendetta. Le società, anche quando tolsero questo genere di giustizia dalle mani dell' offeso, l' amministrarono assai tempo col sentimento e col carattere della vendetta. Si adoperò di poi di togliere alla legge penale questo carattere, per fare di quella un solo ostacolo di utilità al delitto; ma ora prevalendo nella scienza criminale la teorica della espiazione, si venne ad involgere ancora l' idea di vendetta nella applicazione della pena; nondimeno questa vendetta è purificata da ogni passione di sentimento, ed è elevata al grado di giusta retribuzione di dolore per ristabilire l' ordine morale.

Era cosa naturale che, quando la giustizia era dominata dal sentimento della vendetta, si cominciasse coll' amministrarla nel modo più direttamente conforme a questo sentimento, e quindi che il giudizio fosse tenuto almeno da quelli che stassero dalle parti dell' offeso. Non potè essere che l' esperienza e la conseguente riflessione sui pericoli di parzialità e d' ingiustizia dal lato di chi per attinenze poteva più facilmente parteggiare per l' offeso; e dall' altra parte lo svolgimento di quel principio che fa accordare all' imputato i necessarj mezzi di difesa, che nei casi dubbj fa abbondare la difesa in favore dell' imputato: non poterono essere che questi due punti di considerazione quelli che fecero ammettere nelle procedure criminali anche il fòro dell' offensore.

Pare quindi più verisimile, che nella giurisdizione criminale il fòro dell' offeso sia stato anteriore a quello dell'offensore, od a qualsivoglia altro, come sarebbe quello del luogo dove il delitto fu commesso (1). Nel corpo latino adunque, quando le cause criminali erano deferite ai tribunali particolari, saranno state portate avanti al fòro dell' offeso.

Nella materia civile trovasi nella confederazione che le cause dei contratti erano deferite al fòro del contratto (2). Il tribunale del contratto è tenuto per competente anche dalle odierne legislazioni (3); ma doveva essere tanto più indicato per i tempi e per gli Stati in discorso, in quanto che le transazioni civili si esercitavano di solito per mezzo dei commerci nei mercati. Per le altre materie civili non vi hanno le medesime ragioni che nelle criminali, per trarre la causa al fòro del querelante o dell'attore, poichè quando una causa fosse riconosciuta civile, non vi ha motivo di vendetta per un diritto leso, ossia per una azione ingiusta patita.

Si dimanda ora, in che modo era esercitata la procedura dai federati reciprocamente estranei allo Stato dove risiedeva il tribunale particolare. Uscendo nel campo del diritto delle genti riscontrasi che, tra gli Stati che avevano ammessi i giudizj recuperatorj per trattati, gli ospiti particolari del litigante estero facevano le parti di suo procuratore. Ma poichè accadeva anche, che il litigante estero non fosse legato in alcun vincolo di ospizio coi cittadini del luogo dove agitavasi la sua causa, così fu proveduto coi procuratori comuni, per es., ad un dato popolo, o comuni a tutti gli stranieri o peregrini. In Grecia siffatti agenti chiamavansi προξενοι. In Roma erano pur detti *patroni*, e lo erano di tale o tale popolo. Siffatti προξενοι o patroni tengono molto della natura dei consoli attuali.

(1) Niebuhr, *R. G.*, II, 236, N. 467, tiene che il fòro dovesse essere quello dell' offeso. In Dionigi, III, p. 2, trovasi che il fòro sarebbe stato quello dell'offensore, ἡ δ' ἐγκαλοῦσα (πόλις ἐπὶ Ῥωμύλου) ὅ τι δή ποτε ἀδίκημα δικάζηται παρὰ τοῖς ἀδικοῦσι. Questa destinazione al fòro dell'offensore ai tempi di Romolo per verità reca meraviglia; ma non potrebbe essere un procronismo dello stesso Dionigi, o dell'annalista donde ha copiato questo storico?

(2) V. il trattato di Cassio, succitato in Dionigi, VI, 95.

(3) Codice austriaco, circa alle cose mobili, § 905.

Questo patrocinio era adunque esercitato dagli ospiti: ora, se gli Stati latini, o meglio i loro cittadini, erano reciprocamente ospiti tra loro, per analogia delle istituzioni romane, poterono questi ospiti esercitare le funzioni di procuratore presso i fôri dei loro diversi Stati.

Dimostrato che gli ordini preallegati di ospizio, di commercio, di connubio e di ricuperazione sussistevano in esercizio reciproco tra i confederati, occorre al presente la questione, se tra questi popoli avesse luogo anche la *isopolizia*. Questa istituzione, nata nel diritto pubblico e delle genti greco, riesce incerta nella sua definizione. Tucidide adopera il vocabolo di *polizia* (πολιτεία) dove altri storici usano quello di *isopolizia* (1). In una iscrizione è pur detto che l'isopolizia faceva partecipare i cittadini a tutte le cose divine ed umane in ciascuna città, cioè di quelle tra loro in rapporto isopolitico (2). Dionigi ne applicò il nome senza un significato determinato. Egli disse che Servio Tullo accordò ai libertini la isopolizia (3), la quale non era la cittadinanza romana intera (*optimo jure*), ma era certamente maggiore di quella che l'inquilino si godesse in Roma. Di poi lo stesso Dionigi, che aveva nominato gli Ernici *isopoliti* dei Romani, chiama in seguito (4) il medesimo popolo cittadini romani (πολῖται). In un luogo superiore (5) lo stesso storico dice che i Latini desideravano ardentemente l'isopolizia con Roma, ciò che fa supporre che fosse cosa molto preziosa. Appiano (6) traduce il municipio latino con suffragio colla denominazione di πόλις ἰσοπολίτις. Schömann dice che quest'ordine della isopolizia era di tal valore tra le città greche, che reciprocamente lo ammettevano, e che il cittadino che da una di queste città passasse a dimorare in un'altra del medesimo rapporto, ne diveniva immediatamente cittadino (7). Da questa definizione esce il concetto di un modo con cui un uomo acquistava la cittadinanza in uno Stato legato in un qualche rapporto politico col proprio: ma dal significato della parola, che vuol dire *cittadinanza eguale*, parrebbe che, in forza di questo istituto, un uomo rimanendo cittadino nel proprio Stato, potesse esercitare i diritti di cittadinanza in un altro, pari a quelli dei cittadini di questo Stato.

In questa incertezza di significato, lasciando stare ciò che il vocabolo *isopolizia* potesse precisamente significare nel diritto greco, qui vuol farsi la questione di ciò che un ordine di questa fatta può avere di applicazione alle società latine. Due sono i punti di vista per i quali può essere considerato quest'ordine della isopolizia: l'uno come modo di acquistare la cittadinanza in uno Stato, l'altro come l'esercizio reciproco dei diritti di cittadinanza fra Stati diversi.

(1) Tucidide nella difesa che riferisce dei Plateesi dinanzi ai Lacedemoni (III, 55), fa loro dire che ricevettero la cittadinanza dagli Ateniesi; mentre Diodoro, raccontando il medesimo fatto, dice che i Plateesi profughi (XV, 46), dopo l'eccidio della loro patria accolti in Atene, ricevettero colà l'isopolizia.

(2) Boeckius Aug., *Corpus Inscip. græc.* Berolini, 1842. V. II. Sectio IX, *Creta* 2554. *Pacta inter Latios et Olontios*, v. 25, τῷ Λατίῳ ἢ τῳ Ολοντίῳ τῷ βολομένῳ (μετοχὰν, ξῆμεν) θείνων καὶ ἀνθρωπίνων πάντων ἐν ἑκατέρᾳ τᾳ πόλει.

(3) IV, 22. — Cf. Ibid., V. 190.

(4) VIII, 74, 77.

(5) VI, 64.

(6) De Bello Civili. I, c. 10.

(7) *Antiquitates juris publici Græcorum*, p. 377... *nonnumquam vero etiam* ἰσοπολιτείαν *inter se civitates impertiebant, cujus hæc erat vis ut qui civis ex altera in alteram immigrasset, hujus quoque continuo civis fiebat.*

Le società antiche sancirono certamente i modi di conferire la cittadinanza allo straniero. La storia conferma questa disposizione, e la natura delle cose la suggerisce. Ma questa disposizione è di diritto pubblico positivo, perchè la ragione naturale non ingiunge ad una società di accogliere nel suo grembo chiunque, sia pure condizionatamente, volesse entrarvi. Ciò nonostante l'uomo sentì la sua natura negli altri uomini, ed acconsentì, o per legge o per finzion di diritto o per decreto di caso in caso, in modi espressi o taciti, consuetudinarj o positivi, di ricevere l'uomo straniero nella sua società. Ma vi sono delle società in cui tutti i cittadini godono di pari diritti, e delle altre in cui sussistono classi di cittadini con diritti diversi. Può avvenire anche in qualche società, che il nuovo cittadino non sia a dirittura ammesso a tutti i diritti degli altri cittadini, e non consegua questa condizione, se non per gradi. Vi ponno essere i cittadini attivi ed i passivi, i cittadini sovrani ed i sudditi, i cittadini ammessi a tutti i diritti civili, esclusi da tutti i diritti politici. Nella società dove si trova un elemento aristocratico avvi per conseguenza diversità di diritti fra i cittadini; ed in quegli Stati dove il nuovo cittadino non è tosto accolto in eguaglianza di diritti cogli antichi cittadini, si costituisce come una aristocrazia della vecchia cittadinanza verso la nuova.

Appresso a ciò vuolsi ricordare, che le prime società furono aristocratiche, o di fondo aristocratico. Vico dimostra questo fatto, ed insegna che esse si formarono per conservarsi. Per questo motivo di origine le società aristocratiche amano di stare in quello stato in cui primamente si costituirono per conservarsi e si conservarono, e quindi si chiudono od hanno ripugnanza ad ogni intrusione di novità. In Roma, venuto meno l'antico patriziato che contrastava alle proposizioni di Canulejo e di Licinio, l'elemento aristocratico, riprodotto nel senato e nei nobili, combattè la guerra sociale per tener chiuso il libro d'oro agli Italiani. Venezia diede un esempio luminosissimo di questo principio di conservazione.

Ora le città latine, come si vedrà a suo luogo, erano aristocratiche. In rapporto adunque alla natura della cittadinanza, sia esercitata dai cittadini del proprio Stato, sia da quelli di uno Stato estero, ed in rapporto a questo fatto delle aristocrazie debbesi ora esaminare la questione della isopolizia. Ma qui è primamente da avvertirsi, che le società latine non stavano reciprocamente in uno stato d'indipendenza isolata, ma bensì, che convivevano in una società maggiore federale. Questa condizione esige dei riguardi, ed impone delle concessioni reciproche, che non sono da cercarsi nei rapporti generali tra le società assolutamente indipendenti.

Facendo principio dal modo di conferire la cittadinanza, l'avvertenza ora accennata suggerisce tosto un'osservazione, ed è, che nella antichità e nella società latina si richiedesse di uno speciale rapporto di Stato per ammettere lo straniero nella propria cittadinanza. Secondo la definizione che dà Schömann della isopolizia, anche in Grecia sarebbe stato mestieri che fosse da prima costituita tra le città la isopolizia, affinchè il trasporto di domicilio di un cittadino da una città nell'altra gli desse il diritto di cittadinanza nella città del nuovo domicilio. Ciò procederebbe non già da un motivo di ripugnanza aristocratica, ma da quel principio d'inospitalità, che fu già più volte avvertito nelle società antiche. I rapporti isopolitici della città greca, necessarj per acquistare la cittadinanza, ponno per avventura essere tradotti nei rapporti federali per le città latine, e

quivi adunque sarebbesi richiesto che l'uomo fosse da prima cittadino in una città della confederazione, affinchè fosse ricevuto per cittadino in altra città latina. L'analogia e la natura delle cose depongono in favore di questa congettura, e non si riscontra un argomento positivo che la contraddica. Vorrebbesi quindi credere che il trasporto di domicilio di un federato latino in altra città federata fosse sufficiente ad acquistargli la cittadinanza in questa, ed in quei gradi con cui egli la teneva nel suo Stato primitivo. Se il plebeo adunque rimaneva nella condizione di plebeo, il patrizio vi sarebbe stato accolto nel suo patriziato. A questa accoglienza fa difficoltà quel principio aristocratico, che ripugna all'intrusione di ogni nuovo membro. Ma qui vi sono diverse circostanze da considerare. Primieramente, vi sarebbe stata reciprocanza di ammissione nei patriziati delle città latine, e cessando il nuovo patrizio di una città di far parte del patriziato della sua città primitiva, non vi sarebbe stato pericolo d'influenza di questa città primitiva sulla nuova patria del patrizio; di poi, trovandosi le città latine in una società maggiore comune, quale era la confederazione, ne veniva, che anche i patrizj delle singole città si riunissero in un patriziato comune superiore; in fine, se il principio di conservazione è il dirigente delle aristocrazie, questo si trovava in parte soddisfatto colla costituzione di un patriziato maggiore federale. Queste vedute teoretiche hanno una conferma nel caso di Alba, ed una conferma *a fortiori,* poichè Roma nel trarre a sè, dopo la distruzione, tutta la popolazione di quella città, ne accolse i patrizj nel suo patriziato, e questa era popolazione di vinti (1). Questo fatto, quand'anche si volesse riguardarlo da leggenda, significherebbe però l'opinione in Roma, che nella antichità latina potesse sussistere un siffatto modo di accogliere gli stranieri nella propria cittadinanza.

Ora è da considerarsi l'esercizio reciproco dei diritti di cittadinanza fra Stati diversi. In questa situazione il Latino, rimanendo cittadino nel proprio Stato, avrebbe esercitati diritti di cittadinanza negli altri Stati della confederazione. L'esercizio reciproco dei diritti strettamente civili vi era ammesso mediante l'ospizio, il commercio ed il connubio, e questi diritti erano sanciti mediante la ricuperazione. Questi diritti, che ora sono di diritto delle genti privato, si richiedeva allora di un rapporto speciale, siccome lo avevano i membri di una confederazione, perchè fossero reciprocamente esercitati. Al di fuori di questi diritti civili vi sono i diritti politici, e nelle società aristocratiche latine fra i diritti politici vi erano i diritti sovrani. Vi ha questa differenza tra i diritti civili ed i diritti politici, che i primi, riguardando soltanto i rapporti sociali comuni a tutti gli uomini, per ragione naturale sono comunicabili ai membri di tutte le società umane, e l'odierna civiltà assume di comunicarli; ed i secondi, riguardando la conservazione e l'andamento di una società determinata, ne viene che sieno ristretti nel loro esercizio ai membri di quella società. La comunicazione dei diritti politici ai membri di un'altra società è una contraddizione al fine della propria società, la comunicazione dei diritti speciali sovrani è una lesione della propria sovranità ed indipendenza. Ma Roma, si potrebbe dire, comunicò i suoi diritti politici ed anche sovrani ai membri di altre società, ed anche ad intere società diverse; ma Roma, si può rispondere, quando faceva questi atti, aristocratica o democratica che fosse, era sempre sovrana aristocratica di quei membri e di quelle società diverse, e ciò

(1) Liv. I, 30.

facendo, non altro operava che di riunire alla società od aristocrazia romana quei membri diversi. Roma, quando conferiva ad un municipio romano il diritto di suffragio e la capacità alle cariche in Roma, gli conferiva l'ottimo diritto romano, e con ciò avveniva che fosse la società romana che si estendesse sopra quel municipio. Ma Roma in quei tempi poteva anche togliere i duumviri a quel municipio, e mandandovi un prefetto a governarlo, degradare il municipio in una prefettura; e dall'altra parte non vi era alcun pericolo che la sovranità romana patisse influenza da queste associazioni. Ma qui invece si tratta dei membri di una società eguale in potere legale, i quali eserciterebbero i diritti politici in un'altra società parimente eguale. Vero è che le città latine erano federate tra loro; ma al di sotto della federazione esse avevano la loro esistenza ed i loro diritti cantonali o provinciali da mantenere; e quindi i loro interessi, a malgrado della legge federale, potevano essere diversi, ed anche opposti. Per questi motivi, le ragioni di comunicazione del patriziato, di sopra accennate nel trasporto della cittadinanza, non ponno valere in questa situazione; può invece rimanerne esclusa anche la comunicazione di ogni altro diritto politico. Pare in effetto che, oltre i diritti di ospizio, di commercio, di connubio e di ricuperazione, niun altro diritto reciprocamente nei singoli Stati esercitassero i popoli latini. Roma, quando spense la confederazione politica, vietò i commerci, i connubj ed i concilj comuni tra le città latine, ma non fece motto di alcun diritto politico reciproco tra gli Stati particolari (1).

Raccogliendo i risultati delle cose ora esposte circa il mantenimento delle leggi o consuetudini federali, sia nei rapporti della confederazione coi confederati, sia dei confederati tra loro, si trova, che se in prima istanza questo uffizio doveva in genere essere dei magistrati federali, nei casi di controversia doveva spettare ad un tribunale. E questo tribunale, se talvolta appare compenetrato nel concilio, talvolta scorgesi anche distinto. Scorgesi distinto specialmente quando, per una legge di competenza di fòro, la controversia è demandata ai diversi tribunali degli Stati particolari; i quali per questo genere di cause si risolvono virtualmente in un tribunale federale. Ciò non ostante, se questo mantenimento delle leggi o consuetudini non è sempre direttamente esercitato dal concilio, lo è però sempre da enti politici da esso delegati; lo è dal potere giudiziario in forma di tribunale, siccome lo è dal potere propriamente detto esecutivo, nella forma dei magistrati federali.

Un'altra attribuzione del concilio era quella delle relazioni estere. Secondo l'ideale di una federazione perfetta, il popolo latino doveva comparire come una unità in rap-

(1) L'espressione di Livio *Concilia inter se* (VIII, 14) significa evidentemente i concilj comuni di tutta la confederazione. Il semplice buon senso esclude che, in parità di condizione, il cittadino di Aricia, p. e., andasse a votare nel senato di Tuscolo, e fosse eleggibile a dittatore particolare in quello Stato, e viceversa; siccome sarebbe un assurdo politico nella Confederazione svizzera, che i membri del gran consiglio del cantone Ticino avessero la facoltà di votare nel gran consiglio del cantone di Uri, e fossero eleggibili a landamani nel medesimo Stato, e viceversa.

La comunicazione dei diritti politici può aver luogo quando non si tratti di un esercizio reale importante di diritti in una società, praticato dal cittadino di un'altra. Certe cittadinanze conferite *ad honorem*, o l'esercizio reale di cittadinanza per parte di un cittadino che non possa esercitare alcuna influenza sopra la città a cui è ammesso, sono cose state e sono politicamente possibili; ma siffatte concessioni ed eccezioni non offendono il principio generale dell'incompatibilità del reciproco esercizio dei diritti politici in modo essenziale ed influente.

porto ai popoli stranieri. Ma sia perchè in quei tempi siffatto concetto di unità non era compreso, sia perchè i singoli elementi o Stati particolari della confederazione non si lasciavano tanto subordinare all' unità federale, da non mantenersi anche indipendenti in molti movimenti, cotesta unità del corpo latino nei rapporti cogli Stati stranieri non sussisteva. Si può ripetere qui un brano di Livio, già citato altrove per altro scopo, che riguarda gli ultimi tempi della confederazione, il quale ben ci permette di argomentare per questa indipendenza ai primi tempi della lega. *In fœdere latino* (egli dice (1)) *nihil esse, quod bellare cum quibus ipsi velint, prohibentur.* Questa assenza di divieto, per verità, non mostra di riguardare che i rapporti con Roma; ma qui Roma s' intendeva che fosse in confederazione col Lazio; e se nel tempo in cui questa città era già così potente, che era prossima a farsi soggetto il Lazio, non stimava, pur sotto le forme di unità federale, di tenerselo dipendente nelle cose di guerra e pace, è lecito di congetturare, che il principio d' indipendenza nei singoli Stati latini in riguardo alle relazioni estere fosse ammesso, ed *a fortiori* ammesso anche nei primi tempi della lega, in cui il principio dell' unità federale doveva essere meno sviluppato. Di fatto, molte guerre occorrono nella storia, che troppo lungo sarebbe il ricordare, le quali sono state fatte da parte dei popoli latini, con volontà indipendente dal concilio. Pare adunque che, nel fatto delle relazioni estere, ciò che era decretato nel concilio portava un obbligo di esecuzione in tutti i federati, ed il concilio con un carattere di unità trattava gli affari della confederazione in rapporto alle potenze estere; ma risulta eziandio che non tutti o non sempre gli affari d'indole federale, nel rapporto ora indicato, erano trattati dal concilio. Guerre, paci, alleanze erano certamente di natura federale; ma non sempre siffatte materie, quando pure riguardavano qualche popolo della confederazione, erano trattate in concilio, di maniera che, quando non lo erano, i singoli popoli interessati rimanevano per questa parte liberi della loro azione, senza violazione della costituzione. Ma se il movente principale a siffatte federazioni era la comune difesa, ed i mezzi a questo uopo erano l' esercito federale, ne viene che ogni distrazione a questo esercito era una sottrazione a questi mezzi, siccome era ad un tempo un pervertimento dei principj federali. La storia, in effetto, dimostra che la violazione di questi principj, offendendo lo scopo ed il centro di vita della confederazione, ha dato la vittoria e l' impero a chi combatteva la confederazione con unità d' azione.

Finalmente, al concilio spettava la elezione dei magistrati federali. Trovasi da prima, che il capo della confederazione nominavasi re (*rex latinus*); di poi, quando l'autorità regia cessò nel Lazio, dittatore. La confederazione era preseduta dai re quando Alba ne aveva la egemonia, onde i re d'Alba riuscivano ad un tempo i re latini. Ora, la potestà regia essendo quivi ereditaria, ne veniva ancora che non fosse mestieri di alcun atto del corpo latino per la successione del capo dello Stato.

Quando si venne alla dittatura, si trova incertezza, se a questa dignità era promosso un membro della confederazione per il voto dei singoli Stati federati, o se ci perveniva il capo di uno Stato particolare, attribuendosi annualmente o per qualche tempo, con un determinato turno a ciascuno Stato federato, il diritto di trasformare il proprio governo ed il

(1) VIII, 2, 3.

suo capo in quello di tutta la confederazione (1). Considerando il passo già riferito di Cinzio Alimento presso Festo (2), è da inferirsi che Alba, finchè stette, si avesse la egemonia della confederazione, e che il suo capo fosse anche il capo federale: di poi parrebbe che i singoli Stati si reggessero, sino al consolato di Decio Mure, con eguaglianza di diritti, e quindi forse con eguale facoltà di somministrare il capo federale ed il suo governo, se ne aveva. Catone però, dicendo (3) che un Egerio Lebio Tusculano, dittatore latino, dedicò nella selva Aricina il bosco di Diana, fece argomentare che la egemonia latina da Alba passasse da poi in Tusculo, e quindi che sempre nello Stato capitano si trovasse il capo ed il governo federale (4). Ma questa induzione non è necessaria, perchè (come fu già accennato altrove (5) che l'autorità di Mamilio poteva essere quella del dittatore latino temporaneo, od un' indicazione di autorità morale) qui l'Egerio Lebio Tusculano, oltre che non è detto che fosse anche il capo o dittatore dello Stato particolare di Tusculo, quando anche lo fosse stato, poteva per solo accidente riunire in sè la dittatura tusculana e latina, e non in modo costante, per egemonia che avesse Tusculo sulla confederazione latina. Oltre di ciò, Cinzio Alimento, annalista il più accreditato ed anteriore a Catone, come pure superiormente fu osservato, parla troppo esplicitamente di eguaglianza di diritti, di comune consiglio nella amministrazione latina, per ammettere facilmente un' altra egemonia in Tusculo dopo quella di Alba e prima di quella di Roma.

Il concilio, tosto che fosse stata deliberata una guerra federale, soleva nominare anche i capitani federali, i quali di regola erano due, ed erano chiamati *pretori*. Questa carica pare che non fosse dei primi tempi, massime quando la confederazione stava sotto la egemonia di Alba, in cui trovasi che il dittatore era anche il comandante dell'armi. Dionigi dà prova della sussistenza di questa carica dove riferisce (6) che il concilio latino, nell' anno di Roma 103, per la guerra contro Tullo Ostillio investì della carica di pretore Anco Publicio di Cora e Spurio Vecilio di Lavinio. Di poi lo stesso Dionigi (7) pur racconta che, nell'anno di Roma 255, all' acqua Ferentina furono eletti a capitani federali Ottavio Mamilio di Tusculo (che Livio, II, 19, chiama *imperator Latinus*) e Sesto Tarquinio.

Quest'ordine dei due pretori debbe essere stato modificato, secondo che credono i moderni, da poi che Roma entrò nella confederazione: di che sarà da ragionarne in altro luogo.

Ma non si può lasciare il discorso del concilio senza chiamare l'attenzione sopra un punto di vista sotto cui poteva essere dai popoli latini considerata questa radunanza, e sopra la denominazione che ad essa poteva essere conferita.

Presso diverse nazioni si trova che la riunione del popolo deliberante intorno alla cosa pubblica, considerato ed avvertito per questo aspetto, fu chiamata con qualche

(1) Lorenz, *De Dictatoribus Latinis et Municip.*, p. 25. — Niebuhr, II, p. 39.

(2) *Prætor ad portam: — Albanos rerum potitos usque ad Tullum regem: Alba deinde diruta usque ad P. Decium Murem consulem populos Latinos ad caput Ferentinæ, quod est sub monte Albano, consulere solitos et imperium communi consilio administrare.*

(3) *Originum* lib. II, *ap.* Priscianum, IV, p. 629. *Lucum Dianium in nemore Aricino Ægerius Læbius Tusculanus dedicavit dictator Latinus.*

(4) Fu già altrove disputato intorno alla possibilità di una confederazione aricina o tusculana, di cui fosse capo accidentalmente il dittatore latino. Ma questo aspetto della cosa non fa alla presente questione.

(5) Pag. 281.

(6) III, 34.

(7) V, 61, confrontato con VI, 4.

nome speciale solenne. Così gli Alemanni, che in un dialetto antico chiamavano *diet* il popolo (1), nominarono *dieta* il corpo deliberante, ossia il popolo per eccellenza, radunato a deliberare sulla pubblica cosa (2). Non pare quindi inverisimile che per questo aspetto stesso anche la radunanza latina ricevesse un qualche nome per antonomasia.

Nello stato di Tusculo era riconosciuto un dio *Majus* ed una dea *Maja*, la quale, secondo Pisone, chiamavasi anche *Majesta*, ed era messa in compagnia con Vulcano (3). Cornelio Labeone credeva che significasse la stessa cosa che la *Terra*, donde si fa congettura che vi fosse rapporto col culto di Vesta. Da ciò vorrebbesi fare qualche induzione, che l'idea di Vesta o di Terra andasse congiunta coll'idea di *majestas*. Dall'altra parte, trovasi che al popolo romano era attribuito il titolo di *maestà*. *Senatus auctoritas et populi romani majestas* riscontrasi negli scrittori. Cicerone (4) definisce cotesta *majestas* che sia una *magnitudo quædam Populi Romani in ejus potestate ac jure retinendo . . . quam minuit is, qui per vim multitudinis rem ad seditionem vocavit.* Altrove lo stesso Cicerone (5) dice che *majestatem minuere est aliquid de republica, cum potestatem non habens, administrare.* La *majestas* è opposta alla *minutio;* come il *magis* al *minus*, come il più al meno. La *majestas* sembra adunque involgere una pienezza di diritti o di potestà. Nel diritto romano la *deminutio capitis* ne' suoi tre gradi era una diminuzione delle capacità di cittadino civile e politico. Nelle leggi criminali romane i delitti di maestà riguardavano essenzialmente le lesioni all'esercizio della sovranità. Da questi fatti di legislazione, da queste analogie di capacità legali, dalle definizioni di Cicerone, dal titolo stesso attribuito al popolo romano vorrebbesi inferire, che la *majestas* rappresentasse il concetto della maggiore condizione politica, ossia della sovranità nell'ente civile a cui è attribuita. Ma perchè in Tusculo vi era un dio ed una dea che si chiamavano *Majo* e *Maja* ed anche *Majesta*, così vorrebbesi suggerire, che già nel Lazio questo nome di *maestà* con carattere divino fosse conosciuto, e poichè nella lingua latina appo i Romani trovasi trasportato ad indicare la maggiore condizione politica, cioè la sovranità nel popolo, siccome da poi negli imperatori, così potrebbe congetturarsi che, anche nella confederazione latina, dove tante idee ed il linguaggio erano comuni con Roma, si fosse pure formato il concetto, che il corpo esercitante il potere legislativo o sovrano fosse la *maestà*. Di poi, perchè nel concetto di *majesta* si troverebbe anche quello di *terra*, così vi sarebbe appiglio ad inferire, che i membri componenti il corpo sovrano fossero i proprietarj dei terreni, i quali, se costituivano un ordine superiore od imperante di cittadini, ne verrebbe pure una indicazione che la società politica dei Latini fosse aristocratica, e la *maestà* fosse la riunione dei proprietarj dei terreni esercitanti la sovranità.

(1) In tedesco antico (*all Deutsch*) *thiod*, *thiot*, *thied*, *thiet*, *diet*, *deota*, *theada*, *dheod*. *Volk*, popolo. V. Meidinger, *Dictionnaire etymologique et comparatif des langues teuto-gothiques;* trad. de l'allemand. Francfort, 1833, p. 398.

(2) Il nome di *Reichstag*, cioè *giorno del regno*, dato alla dieta dell'impero germanico, e quello di *Landtag* dato alle diete provinciali, potrebbero essere una trasformazione di nome da *dies*, operata per erudizione di latinità e per occasione di omofonia. Ma poichè vi ha certamente in una lingua germanica il vocabolo *diet* a significare *popolo*, così non si saprebbe rifiutare la prima etimologia di *diet* per venire a significare *dieta*, ossia l'adunanza degli Stati dell'impero germanico.

(3) *Historicorum veterum romanorum reliquiæ. Collegit et disp. C. Ludovicus Roth. Ext in C. Sallustii Crispi* Oper. Basiliæ, 1852, p. 298.

Macron. *Saturnal.* libri. Ex edit. Jani, etc. I, VII.

(4) *Partitiones*, 30.

(5) *De Invent.*, II, 18.

Al medio evo, nei Campi di Marzo dei Clodovingi, in quelli di Maggio dei Carolingi, non era che la terra che fosse rappresentata. La storia è piena di siffatti esempj, e la natura delle cose conduce a questi risultati.

Magistrati federali e loro attribuzioni.

Fu già accennato in altro luogo che i capi della confederazione fossero da prima i re, di poi i dittatori. Questo mutamento potrebbe involgere in sè la trasformazione della persona regale in quella del magistrato. Ora vuolsi ricercare, se ciò veramente avvenisse, e se quei popoli avessero la coscienza di un mutamento giuridico. Nell' essenza della cosa, qualunque sia il nome che le venga dato, quel capo dello Stato che esercita il potere legislativo in tutto od in parte, è una persona politica diversa da quella che non esercita che il potere esecutivo. Rousseau, nel *Contratto sociale*, chiamò il potere legislativo il *sovrano*, ed il potere esecutivo il *principe*. Questo principe per la sua essenza non è che un magistrato; ma chi esercitando il potere esecutivo è investito anche di tutto o di parte del potere legislativo, è certamente più che magistrato; esso è quella persona politica che suole essere chiamata *re*. Ma ci può essere il nome senza la cosa, e la cosa senza il nome ed anche senza le forme a sè corrispondenti. L' eredità, l' elezione, la durata a vita, a tempo, non influirono sulla quantità di potere del capo dello Stato, ed il titolo non sempre rappresentò il potere secondo il significato ricevuto. Ciò nonostante, considerando che i *basilei* della Grecia, ed in Italia i re di Alba erano di stirpe eroica, e discendevano dal fondatore della società; che in fine le loro dinastie procedevano dalle patriarchie, dove il governo nascendo per parentela, soleva essere paternamente assoluto, si prova difficoltà ad ammettere che questi re non fossero tenuti potenti per causa propria; che la loro potestà non fosse maggiore di quella dei magistrati successivi; che non avesse qualche cosa di speciale nell'opinione dei popoli; che la loro persona non fosse tenuta in maggiore riverenza di quella di un capo temporaneo dello Stato, e quindi che anche per ciò non le fosse lasciato un maggior potere che non a questo.

Queste congetture si esprimono dubitando, a malgrado della contraria asserzione di Dionigi, come si vedrà or ora, che cita l' annalista Licinio Macro; ma la natura delle cose spinge a suggerire quello che forse non fu avvertito dagli scrittori che riferiscono questi fatti.

Il popolo che operò il mutamento del capo dello Stato dalla persona di re in quella di dittatore, certamente che ne avvertì la differenza, poichè ne cangiò il nome. Tuttavia questo cangiamento poteva non essere stato consigliato che dalla differenza di durata; ma ritorna pur sempre difficile ad ammettere, considerate le circostanze preallegate, che niun mutamento nell'essenza della carica non sia del pari avvenuto, e che tale differenza sentita nella cosa, non sia pure rappresentata nella differenza del nome (1). Questo mutamento può anche essere la conseguenza di un concetto diverso che si formò

(1) Lorenz, *De Dictatoribus Latinis et Municipalibus*, p. 12. Questo autore conviene pure in questa sentenza.

nel popolo intorno al capo dello Stato; segnerebbe quindi un momento importante nella manifestazione delle idee giuridiche.

La confederazione latina era presieduta dai re quando Alba ne aveva la egemonia, onde i re di Alba erano naturalmente anche i re latini. Quali fossero le facoltà del re latino si potrebbero quindi congetturare all' incirca da quelle dei re di Alba, le quali, se si potesse avere intera fede nella testimonianza di Licinio, si ravviserebbero in quelle del dittatore albano. Ma per le cose di sopra esposte, vorrebbesi far congettura che la potestà dei re fosse maggiore di quella del dittatore.

Il dittatore latino non è ricordato che nel brano più volte riferito di Catone (1), e non mostrasi che per dedicare un bosco di Diana nella selva Aricina; e nondimeno vuolsi credere che questi fosse il dittatore federale. Dove fu citato questo brano (2) per asserire e confutare una federazione particolare aricina, si adoperò di dimostrare che l' Egerio Lebio Tusculano, dittatore latino, fosse il magistrato supremo della generale confederazione latina. Non vi hanno altre notizie circa l' esercizio del potere di cotesto dittatore, ma ve ne hanno circa ai dittatori albani, i quali, per avere governata Alba mentre questo Stato era capitano della confederazione, ponno dare qualche lume intorno alle attribuzioni del dittatore latino; di poi la natura e la necessità delle cose indicheranno le conseguenze che derivano dalla condizione di questo magistrato.

Dionigi, riferendo l'opinione dell'annalista Licinio Macro intorno alla derivazione del dittatore, dice, che essendo venuta meno in Alba, dopo la morte di Amulio e di Numitore, la famiglia reale, gli Albani crearono magistrati annui, che avevano la medesima autorità dei re, e li chiamarono dittatori (3). Ma questi dittatori erano fatti dalla aristocrazia, perchè, come si vedrà a suo luogo, le città latine si ressero con libertà signorile, ed erano essi stessi dei signori (4); donde vuolsi indurre che la loro autorità non doveva essere molto grande, perchè non è nella storia nè nello spirito delle aristocrazie, che concedano molta autorità ai loro capi.

In Alba il dittatore, creato per un anno, presedeva alle cose sacre, al senato (5), esercitava il potere esecutivo, il giudiziario, e comandava l' esercito. Ma se prima il re doveva trattare la cosa pubblica col senato (6), il dittatore non poteva agire che come suo mandatario (7). Il che se si aggiunge alle congetture esposte di sopra, si ha una maggiore conferma della autorità del capo dello Stato diminuita nella trasformazione del re nel dittatore.

Se tale era la potestà del dittatore albano, si potrebbe argomentare che dovesse essere somigliante quella del dittatore latino, se non vi fosse anche cagione per supporre

(1) Cato, *Origg.* lib. II, ap. Prisc. I, V.

(2) Pag. 274.

(3) Dionys., V, 74. Λικίννιος δὲ παρ' Ἀλβάνων οἴεται τὸν δικτάτωρα Ῥωμαίους εἰληφέναι, τούτους λέγων πρώτους μετὰ τόν Ἀμυλίου καὶ Νομίτορος θάνατον, ἐκλειπούσης τῆς βασιλικῆς συγγενίας, ἐνιαυσίους ἄρχοντας ἀποδεῖξαι, τὴν αὐτὴν ἔχοντας ἐξουσίαν τοῖς βασιλεῦσι, καλεῖν δ' αὐτοὺς δικτάτωρας.

(4) Lorenz, p. 12.

(5) Lorenz, p. 12, 13.

(6) Cf. Virg. *Æn.*, XI, 234 et seqq.

(7) Lorenz, p. 12.

Mezio Fuffezio appo Dionigi (III, 30), scusandosi con Tullo Ostilio di aver condotto fuori l'esercito alla guerra, dice che ciò gli fu imposto dal senato: τὴν Ἀλβανῶν βουλήν, ἔφησεν, (cioè Mezio) αὐτῷ ταῦτα ὑποθέσθαι ποιεῖν δι' ἀποῤῥήτων, ὅτε ἐξῆγε τὴν δύναμιν ἐπὶ τὸν πολεμόν.

V. anche Liv. III, 18, quantunque riferisca un fatto del periodo secondo.

che potesse essere minore: perchè gli Stati federati, anche dove nella federazione fosse uno Stato capitano, ponno considerarsi come enti aristocratici, i quali sono più forti che non gli aristocrati di un semplice Stato; onde minore autorità può supporsi lasciata, salva la necessità della federazione, al capo federale. Venuto meno adunque il dittatore albano, che presedeva a tutto il corpo latino, compare in suo luogo un dittatore che nominavasi propriamente *Latino* (1). Questi, eletto per ogni anno, intimava il concilio si ordinario che straordinario, e le ferie latine; presedeva, come fu già detto, a queste ferie (2), ed in tutte le occasioni e solennità in cui la lega latina doveva essere rappresentata, siccome, p. e., nella dedicazione del bosco di Diana nella selva d'Aricia, ove compariva come il principale rappresentante ed agente. Dirigeva la trattazione degli affari nel concilio, e l'amministrazione federale al di fuori; esercitava il potere giudiziario federale in quelle cause che non erano riservate al concilio od ai tribunali; comandava talvolta anche l'esercito federale (3), ed intratteneva in prima istanza le relazioni estere.

Ma la confederazione latina essendo permanente, debbesi ora ricercare se non vi fossero istituzioni accomodate a questa permanenza di situazione. Si dimanda adunque, se al capo federale non fosse congiunto un qualche consiglio permanente per la spedizione degli affari, ovvero una qualche rappresentanza ristretta, per la deliberazione di certi affari di minore importanza. Fu ragionato di sopra intorno a quei dieci principi dei Latini che furono chiamati a Roma per affari riguardanti la federazione (4), sotto il punto di vista che questo fatto poteva dare indizio di una graduazione tra gli Stati della stessa federazione. Göttling, impadronendosi del medesimo fatto e stimando che questi dieci principi indicassero pure una graduazione negli elementi federali, porta opinione che dalle città più grandi della lega si traessero dieci deputati, i quali costituissero come un consiglio ristretto della rappresentanza, affinchè non tutte le città per ogni volta fossero convocate nei loro deputati (5). Ma circa al carattere della loro rappresentanza fu già disputato a quel luogo (6), come non vi abbia motivo sufficiente per credere che essi fossero i deputati degli Stati più potenti, e quindi la congettura del Göttling, poichè non è che assertoria, non varrebbe a confermare che la rappresentanza ristretta, se pur c'era, non fosse che degli Stati più forti. Si potrebbe invece suggerire (poichè qui una congettura vale l'altra, ed il lettore ne giudicherà), che, emergendo pure nella rappresentanza federale dieci deputati distinti dagli altri, ed in quel modo che fu di sopra accennato, questi costituissero per avventura il comitato permanente, cioè una specie di consiglio di Stato o di ministri per la esecuzione di tutte le incombenze che erano attribuite al capo della confederazione. In una federazione permanente un consiglio esecutivo è una condizione necessaria: intanto adunque questa congettura è sostenuta dalla naturale necessità delle cose. L'altra congettura, circa ad una rappresentanza ristretta nel senso di un corpo legislativo, è probabile, ma non necessaria, e noi vediamo anche oggidì, che diversi sistemi politici con rappresentanze periodiche fanno di meno di siffatte rappresentanze ristrette. Sopra di ciò vorrebbesi anche avvertire, che il concilio

(1) Lorenz, *De Dict.*, etc., p. 27.
(2) Dionys., V, 51. — Lorenz, p. 24, 25.
(3) Mezio Fuffezio, dittatore d'Alba, n'è un esempio.
(4) Liv. VIII, 3.
(5) *Geschichte der römischen Staatsverfassung, etc.* Halle, 1840, p. 25, 26.
(6) Pag. 284, 285.

federale, oltre alle ordinarie riunioni, era convocato anche straordinariamente, e non di rado anche con tutta fretta, *cum tumultu:* le quali circostanze hanno qualche valore per escludere la congettura di una rappresentanza ristretta permanente della medesima indole.

Oltre al dittatore occorrono anche i pretori nella confederazione latina. Questi magistrati, come fu già avvertito, pare che subentrassero al dittatore nel comando delle armi, e dalle circostanze della loro elezione si potrebbe inferire che fossero i capitani ordinarj della confederazione. Dionigi, che avrebbe trovato appo gli annalisti romani il vocabolo *prætor,* lo avrebbe tradotto con circonlocuzione, forse definendo i due principali punti delle loro attribuzioni uffiziali. Egli chiama adunque i pretori στρατηγοὶ αὐτοκράτορες εἰρήνης τε καὶ πολέμου, altra volta στρατηγοὶ αὐτοκράτορες, ed anche ἡγεμόνες. Questa denominazione di capitani plenipotenziarj per la pace e per la guerra indica un potere di magistrato supremo, ed allora si dimanda che cosa divenisse il dittatore, che pur si dice che fosse il supremo magistrato della confederazione. Trovasi che il dittatore latino continuò anche dopo che il nome latino perdette la sua condizione politica, e continuò esercitando le funzioni di supremo sacerdote. Vi ha indizio che il dittatore sussisteva anche dopo che compajono nella storia i pretori, di che è esempio quell' Egerio Lebio che dedicò il bosco Dianio, che fu certamente posteriore ai pretori Anco Publicio di Cora e Spurio Vecilio di Lavinio, che governarono la guerra contro a Tullo Ostilio (1). È da notarsi però, che non compajono simultanei il dittatore ed i pretori nell'esercizio delle loro funzioni. Per queste diverse indicazioni vi hanno diverse opinioni intorno alle condizioni di questi pretori (2). Si crede che essi fossero supremi magistrati, creati ad imitazione dei consoli romani; e, siccome pensa Nägelé, ciò sarebbe avvenuto dopo l'invasione dei Galli in Roma, allorchè i Latini ristaurarono la loro indipendenza: ma i pretori occorrono già in tempi anteriori nella storia, siccome è narrato da Dionigi (3). Göttling (4), riferendosi a Livio (5), ritiene che cotesti pretori fossero i presidenti dei dieci principi, i quali, secondo la sua opinione prealleggata, costituivano un piccolo consiglio, oppure la rappresentanza ristretta, invece del gran concilio. Ma Livio, al citato luogo, pur dice che cotesti pretori convocarono il concilio, e fu già confutata l'opinione della rappresentanza ristretta, sicchè riesce tolto l'appoggio a questa congettura.

Sembra che i pretori fossero in effetto i capitani plenipotenziarj di guerra e pace per occasione di guerra; e quantunque non appajano simultanei col dittatore, non è impossibile che la dittatura durasse a canto alla pretura, perchè, prevalendo i negozj di guerra e con essi i pretori, la dittatura sarebbe forse stata ridotta al supremo sacerdozio ed alla amministrazione interna, e perciò non avrebbe dato cagione, trattando cose ordinarie, di essere nominata nella storia. Ma contuttociò, perchè un'autorità plenipotenziaria, in una faccenda così importante quale è la guerra e la pace, ha bisogno della convergenza di tutte le forze dello Stato, epperò di avere a sè subordinati tutti i poteri; quindi, per rendere probabile la contemporanea sussistenza del dittatore anche nelle funzioni sopradette coi pretori, sarebbe necessario di supporre che queste funzioni fossero assog-

(1) Dionys., III, 34.
(2) Naegelé, p. 176.
(3) III, 34.
(4) Pag. 22, n. 2.
(5) VIII, 3, 4.

gettate alle esigenze di guerra e pace. Per la stessa cagione cotesti pretori poterono parere i capi supremi della confederazione, in termini da convocare anche il concilio, quando nel concilio fosse per venire in deliberazione la guerra e la pace. Lorenz, che pur crede che la dittatura durasse a canto della pretura, stima eziandio che fosse il dittatore che convocasse (1) quel concilio che Livio racconta essere stato radunato dai pretori, perchè, essendo egli il capo dello Stato, esercitava una sua facoltà. Ma egli, dall'ipotesi che l'autorità del dittatore in ogni sua attribuzione non potesse mai essere interrotta, argomenta contro un fatto positivamente asserito da uno storico del paese!

Ad ogni modo però vuolsi avvertire, che cotesti pretori convocanti il concilio appartengono al secondo periodo.

Oltre a questi magistrati maggiori federali, non appajono altri minori, che stessero ai loro comandi; nondimeno si può ricordare che Virgilio (2) attribuisce i fasci, cioè i littori, ai re latini.

Diritto delle genti.

L'ordine dei Feziali compare come lo strumento delle transazioni internazionali. Si crede che questo nome di Feziali derivasse non altrimenti che da un vocabolo disusato (*fetis*), il quale avrebbe parentela con *fateri, fari, fas* (3). Il diritto feziale non procedette nè dagli Equicoli, nè dagli Ardeati, come fu già opinione, ma si asserisce che sia una istituzione generale italica. Gli Albani lo avevano del pari che i Romani, poichè nelle contese tra Roma ed Alba il padre patrato romano parla col padre patrato albano (4). Tuttavia pur si nega che i Sabini ed i Sanniti lo avessero. Può essere avvenuto, e le affermazioni degli scrittori lo confermano, che questi popoli mancassero di un ordine costituito di questo genere, ma qualche cosa di analogo, che si effettuasse secondo l'occasione del bisogno, dovevano pure possedere, perchè il mezzo delle ambasciate è di necessità nei rapporti delle nazioni.

L'ordine dei Feziali, come si presenta tra i Romani e come poteva trovarsi tra i Latini, poichè lo avevano gli Albani, era un collegio di uomini, costituito con carattere religioso, dal quale venivano tratti quei membri che mandavansi ambasciatori a' popoli esteri per dimandare riparazione d'offese, e con facoltà d'intimare la guerra nel caso che la riparazione non fosse accordata, od anche per contrarre alleanze. Nel loro ministerio portavano insegne religiose, e pronunziavano invocazioni sacre con formole di egual natura; il che dava alle loro funzioni il carattere del diritto divino. Il capo di questi ambasciatori chiamavasi *pater patratus*, e dicesi che fosse chiamato *pater*, perchè era il principe dei Feziali, e *patratus*, quasi avente il padre, perchè non poteva essere incaricato di questo uffizio se non chi aveva ancora vivo il padre, od anche, come dice Livio (5), quasi creato, cioè pronunziato dal Feziale a far giuramento, *ad pa-*

(1) *De Dictatoribus Latinis et Munic.*, p. 29.

(2) *Æn.*, VII, 173. — V. anche Liv. I, 8.

(3) Lange, *Römische Alterthümer*. Berlin, 1856, T. I. p. 243.

(4) Lange. I, p. 247. — Liv., I, 24. *Audi, inquit (scilicet paterpatratus Romanus), Jupiter, audi paterpatrate populi Albani, audi tu, populus Albanus*, etc. — Id. 32. — Dionys., II, 51.

(5) I, 24.

trandum jusjurandum. Se questo capo fosse stato nominato *patratus* per la circostanza della sopravivenza dal padre, non sarebbe stato questo il solo caso nell'antichità romana che si richiedesse in chi faceva qualche funzione solenne, la condizione di avere i genitori od un genitore vivente. I fanciulli e le fanciulle che cantavano il canto secolare (*Phœbe, silvarumque potens Diana*) dovevano essere *patrimi* e *matrimi.* Forse la circostanza di avere ancora viventi i genitori era un indizio di favore della divinità, e forse in ossequio a questo favore non eleggevansi a certe funzioni che i *patrimi* ed i *matrimi.* Ciò per avventura procedeva da una idea più generale, cioè, che, prima dello sviluppo dei principj morali, la providenza di Dio nelle religioni immaginate dagli uomini fosse principalmente contemplata dal lato dei fatti materiali; e quindi dove vedevasi buona fortuna o successo, ivi si credesse che fosse favore della divinità, ossia vi si scorgeva un atto providenziale, epperò che i favoriti di un qualche bene fossero tenuti per i più accetti alla divinità, e quindi i più opportuni a certe funzioni solenni della religione e dello Stato.

Si pose a capo di questo discorso il cenno sui Feziali, i quali erano il mezzo con cui questi popoli trattavano i loro affari internazionali, perchè dall'indole e dalla procedura di questo ordine ne appare il punto di vista sotto il quale riguardavano il diritto delle genti.

Il carattere di questo diritto era essenzialmente ricuperatorio, e quindi di difesa e di riparazione. I trattati di alleanza, avendo naturalmente per base un principio di pace, concordavano con quel carattere. I Latini adunque, se non riconoscevano ancora esplicitamente quel diritto naturale che fa di tutti i popoli una sola famiglia con eguali diritti, non mostravano però l'animo di fare la guerra ai popoli esteri per ciò solo che erano esteri, ma solamente per una riparazione di offese; e ciò era un implicito riconoscimento di un diritto delle genti razionale, era un riconoscimento sentito, se non avvertito, che anche nei popoli esteri esisteva una condizione, per la quale non dovevano essere assaltati senza giusta ragione, e tale condizione era la umana. Questo ordine dei Feziali e questo carattere del diritto delle genti che ne emana, trovansi però a canto a molti atti e fatti continuati, donde appare che gli uomini di quei tempi non avevano ancora abbastanza svolto il concetto del diritto delle genti razionale, donde manifestasi pure spesso che lo straniero era considerato come nemico. L'*hostis* preso come *peregrinus* n'è una prova. Ma qui occorre da osservare, che gli uomini in causa propria sono i migliori difensori di ciò che loro compete; che gli uomini in istato di patimento e di patimento ingiustamente inflitto, furono per avventura i primi giureconsulti di quella legislazione naturale che pure stava, comunque inavvertita, nel cuore del genere umano, e che le relazioni estere dei Latini, considerate nel caso concreto di un male sofferto per lesioni esterne, loro svolsero il diritto ricuperatorio, ed insegnarono l'ordine dei Feziali.

Un altro punto da considerarsi in cotesto diritto delle genti si è, ch'egli pare che quei popoli non si tenessero legati pei loro trattati, se non finchè vivevano quelle persone colle quali i trattati erano stati stipulati. Ciò vuolsi di preferenza avvertire nei trattati stipulati coi re di Roma. Era questo un cavillo di giurisprudenza internazionale per sottrarsi agli obblighi di un trattato incomodo o dannoso, od era una veduta in buona fede intorno alla durata della validità di un trattato? Livio, per verità, lo riputerebbe un cavillo,

perchè, dove racconta che i Latini ruppero con Anco Marzio quel trattato che avevano conchiuso con Tullo Ostillio, dice che i Latini sollevarono l'animo, *tollentes animos, desidem Romanum regem inter sacella et aras acturum esse regnum rati.* Questa poteva essere l'opinione dei tempi di Livio, ma al tempo dei re di Roma il caso è troppo ripetuto perchè paja che fosse sempre un cavillo. Dall'altra parte, quando compare in una transazione una persona che stipula in nome proprio, siccome erano i re di Roma, la prima idea che sorge è, che l'obbligo contratto sia personale. La continuazione dell'obbligo nei successori è un'idea di più, posteriore, che deve per conseguenza essere avvertita posteriormente, cioè quando queste cessazioni di trattati dopo la morte de' contraenti riuscivano incomode. La persistenza della personalità dopo la morte del contraente, e quindi la corrispondente validità de' suoi atti, è un' elevazione ad un principio astratto, che involge una riflessione sulla natura e sullo spirito di siffatti atti, sulla natura delle persone morali che sono in azione sotto alla persona fisica che compare in prima linea; e questa riflessione, per ciò solo che è tale, non può venire che posteriormente all'esperimento dei trattati a vita dei contraenti. Si vorrebbe adunque credere che la durata di questi trattati, che ha termine colla morte dei contraenti, fosse secondo la maniera di vedere di quei tempi.

Confederazione latina dopo l' accessione di Roma.

Non si può intraprendere il discorso della confederazione latina da poi che Roma ne fece parte, senza avvertire al linguaggio degli storici di Roma Livio e Dionigi, ed insieme degli annalisti (che assai probabilmente furono la loro fonte) intorno ai rapporti di questo Stato col rimanente corpo latino. È evidente che questi scrittori attribuirono a Roma nei primordj quella posizione verso la confederazione che non potè assumere che negli ultimi tempi di questo sistema politico; che le attribuirono un soggiogamento del Lazio, quando questo paese rimase ancora per la più parte indipendente; che le assegnarono una supremazia sopra la confederazione, quando quella non era che un' eguale tra le città confederate. I fatti che saranno accennati a mano a mano nel decorso di questa storia, confermeranno questa asserzione.

La storia di Roma, sia prima del tempo che appartenesse alla confederazione latina, sia da poi, presenta una serie di guerre o guerricciuole, che sembrano dare a' suoi rapporti anche col Lazio, dopo la sua partecipazione alla lega, piuttosto un carattere internazionale di guerra e pace, anzichè quello di una condizione federale. Ma contuttociò Roma entrò veramente nel corpo latino, perchè partecipò al concilio, usò del tribunale federale, e fece insomma più o meno quegli atti che non si convengono che a' federati.

In queste guerre Roma combatteva da prima per difendersi, di poi per fortificarsi e per procurarsi una posizione sicura; combatteva sopratutto coi Latini, onde farsi accettare nella loro confederazione; in fine combattè anche coi confederati, ed il risultato di queste guerre fu, che prima acquistò sopra di essi la supremazia, di poi ne divenne sovrana. La storia di Roma adunque, per rapporto al Lazio, ha naturalmente tre periodi: il primo, in cui Roma rimane fuori della confederazione, ma tende ad entrarvi; il secondo, in cui vi entra e vi sta come eguale a ciascuna delle altre città federate; il terzo, in cui vi acquista la supremazia, ed in fine estingue la confederazione facendosene sovrana.

Si conviene quindi, nel secondo periodo della storia della confederazione, di toccare del primo periodo della storia di Roma in rapporto a questa lega, perchè da ciò deriva una più adequata notizia dei rapporti del corpo latino e de' suoi atteggiamenti legali.

Roma non nacque nel consorzio delle città latine: essa era respinta dai popoli vicini, era respinta dai Latini (1), e la leggenda del ratto delle Sabine è una rivelazione di questa situazione. Imperciocchè la necessità di questo ratto dimostra che Roma non aveva il connubio con alcun popolo, e quindi nemmeno coi Latini. Ed il connubio era una condizione ed un carattere principale di partecipazione ad un sistema politico di quei tempi, ed esplicitamente alla confederazione latina (2).

Roma fece diverse guerre coi Sabini, coi popoli speciali del Lazio, e di poi con Alba. Questa città potente, tenuta anche per capitana della confederazione latina (3), e forte per sè, è osteggiata da Roma quasi ne' suoi primordj, ed è vinta. Lasciando da parte il fatto teatrale degli Orazj e Curiazj ed il tradimento di Mezio Fuffezio, vi hanno qui due cose da considerare: l'una, l'isolamento di Alba; l'altra, la potenza di Roma. Non trovasi nelle narrazioni di Livio o di Dionigi che Alba sia stata assistita dalla confederazione latina, e questo abbandono sarebbe avvenuto mentre Alba appariva come capitana di quella. Il nome latino, come operante in sistema, per verità non compare se non dopo la distruzione di Alba; ma fu già esposta di sopra la congettura che, finchè Alba stava, i popoli latini venissero sotto il nome della loro capitana. Da prima, ai tempi di Romolo, compajono popoli speciali latini, come i Ceninesi, i Crustomini, gli Antemnati, e i Laurenzj (4), e se vuolsi, anche i mezzo toschi Fidenati; e nella guerra tra Alba e Roma, quando dicesi che Alba rompesse la fede a Roma, si trova che quella vi suscitasse contro i Fidenati ed i Vejenti (5). Non occorrono popoli col nome proprio di Latini, ma nemmeno sono nominati popoli speciali che venissero al soccorso di Alba. Dall'altra parte compare Roma, la quale, quasi appena nata, combatte con una città, anche per sè sola potente, la vince e la distrugge.

Questi due fatti dell'isolamento di Alba e della prevalente potenza di Roma, secondo le notizie che si hanno delle circostanze nelle quali avvennero, riescono certamente inverosimili. Niebuhr, per intendere la cosa in modo probabile, congettura che Alba cadde in conseguenza di discordie interne e per movimenti avvenuti nel corpo latino, per cui ed essa sarebbe rimasta priva dell'assistenza di questo corpo, e la non potente Roma avrebbe potuto abbatterla. Questa congettura è ardita; ma se vuolsi spiegare questo duplice fatto, in mancanza di altre notizie, essa si presenta come la più accomodata alle circostanze.

(1) *Si consanguineos nos Romanorum esse quod olim pudebat, nunc gloriari licet:* queste parole pronunziava negli ultimi giorni della confederazione il pretore latino L. Annio Setino, in Livio VIII, 4.

(2) Quand'anche il ratto delle Sabine sia di leggenda, pure rende testimonianza di un'opinione, cioè che vi fosse stato un tempo in cui Roma non aveva il connubio coi popoli vicini.

(3) Per provare questa capitananza si fa sempre rimando all'argomento negativo, tratto dal passo più volte citato di Cincio Alimento presso Festo, *Prætor ad portam*, dove è detto: *Alba deinde diruta usque ad P. Decium Murem eos* (sc. populos latinos) *ad caput Ferentinæ consulere solitos et imperium communi consilio administrare.*

(4) Liv., I, 10, 14.

(5) Liv., I, 27.

Se Alba cadde anche per l'urto datole da Roma, questo Stato però non valse a sostituirsele nel corpo latino. Furono già accennate superiormente le pratiche di Tullo Ostillio, e come non riuscissero a questo intento. Ne seguì una guerra (1), la quale finì per un trattato fra il re romano ed i Latini; ma questi popoli lo ruppero da poi sotto il di lui successore Anco Marzio, adducendo a motivo che avevano fatto il patto con Tullo Ostillio e non con lui (2).

Se mai quindi per il trattato preallegato Roma fosse entrata nella confederazione, il che non appare, questo atto sarebbe stato interrotto sotto ad Anco Marzio, epperò non può dirsi ancora che Roma partecipasse alla confederazione (3). Tarquinio Prisco guerreggiò pure coi Latini due volte, e nella seconda senza mai venire al conflitto della somma delle cose; ma portando attorno le armi ai singoli castelli avrebbe, secondo Livio, domato tutto il nome latino (4). Questa espressione di Livio è certamente esagerata, perchè non è possibile che Roma, nei termini in cui è altrimenti rappresentata che fosse in quei tempi, potesse lottare con vittoria contro le città della confederazione latina, le quali, sebbene forse non si movessero tutte in concerto federale contro di essa, nondimeno, essendo pure federate tra loro, potevano, nel pericolo prossimo, riunirsi in qualche numero, e con ciò rendersi più forti per resistere agli assalti di quella. Questa condizione di forze latine è anche confermata dal fatto, come si vedrà nel seguito, che Roma, mentre si avrebbe così domato tutto il nome latino, non avrebbe poi avuto facoltà di prendersi per forza una sola città latina, quella di Gabj, che stavale sulle porte, della quale in fine non riuscì ad impadronirsi che colla frode.

Le guerre ora accennate, quand'anche siano rammentati in questi tempi due concilj (5), sembra però, in generale, che avvenissero tra Roma ed i singoli Stati del Lazio, e con quelli a lei più vicini, e non colla confederazione; e sembra che ciò accadesse per quel principio antifederale di sopra avvertito al proposito della unità d'azione della lega, che in *fœdere Latino nihil erat, quod bellare cum quibus ipsi velint, prohibentur.* Roma a questo modo guerreggiando or con l'una ed ora coll'altra di queste città, faceva successivamente sentire a ciascuna la forza delle sue armi; essa s'ingrandiva, ed il terrore del suo nome si diffondeva nel Lazio, senza che fosse oppressa in una guerra generale. Per terminare queste guerre i Latini fecero diversi trattati coi re di Roma, che di solito tenevano per sciolti alla morte di costoro. Siffatti trattati sono in genere di carattere ricuperatorio (6), ciò che significa che Roma ed il Lazio si trovavano in tali circostanze, che sentissero necessario di riconoscere ed effettuare tra loro un genere di rapporti, che erano di diritto naturale. Questa ricognizione, quantunque fosse soltanto sentita ma non avvertita, preparava questi corpi politici a più stretti vincoli tra loro.

(1) In questa guerra i Romani s'impadronirono di Medullia. — Dionys., III, 34.

(2) Liv., 1, 32, 33. — Dionys., III, 37.

(3) Per la rottura di questo trattato si accese guerra tra i Romani ed i Latini, ed i primi presero ai secondi Politorio, Tellene e Ficana. Dionis., III, 36.

(4) Per la prima guerra, Liv., 1, 33. *Bellum primum cum Latinis gessit, et oppidum ibi Appiolas vi cepit.*

Per la seconda guerra, Liv. 1, 38. *Inde priscis Latinis bellum fecit: ubi nusquam ad universæ rei dimicationem ventum est: ad singula oppida circumferendo arma, nomen omne Latinum domuit. Corniculum, Ficulnea vetus, Cameria, Crustomerium, Ameriola, Medullia, Nomentum, hæc de priscis Latinis, aut qui ad Latinos defecerunt capta oppida. Pax deinde facta.*

(5) Dionys., III, 34, 50, 51..

(6) Sell., *Die Recuperatio der Römer*, pag. 88 e segg.

Questi vincoli furono in effetto resi più stretti, e Roma entrò nella confederazione. Fu Servio Tullo che fece l'atto essenziale per introdurla nel corpo latino. Livio e Dionigi ne raccontano il modo, che riesce appresso a poco nelle medesime circostanze (1).

Secondo le relazioni combinate di questi scrittori, Servio Tullo avrebbe da prima contratto amicizia ed ospizio pubblico e privato colla nobiltà dominante nelle città latine, e di poi indotti i popoli latini ad edificare in comune un tempio a Diana sul monte Aventino, ad imitazione di quello di Diana in Efeso, dove si celebrassero sacrifizj comuni, si facessero radunanze, si decidessero le contese tra i popoli, e si tenessero mercati; e Livio conchiude dicendo: *ea erat confessio Romam caput rerum esse.* Così Roma, appena entrata nella confederazione, ne sarebbe emersa la capitana. Ma non si può dalle cose ora esposte trarre argomento per una supremazia di Roma sul corpo latino. Il tempio di Diana edificato sull'Aventino non era imitazione di quello d'Efeso, ma bensì di altri Dianj federali, siccome era quello anteriormente dedicato in Aricia, e di altri somiglianti santuarj già sussistenti nel Lazio, a Lavinio, ad Ardea, ad Alba Lunga. Di poi l'Aventino era in quei tempi fuori di Roma, e forse per quel tempio era tenuto un territorio neutrale, e quindi non mai, od almeno sino ai tempi dell'imperatore Claudio, fu incluso nel pomerio (2). Presso questo tempio potevano essere celebrate feste e frequentati mercati in certi giorni dell'anno, ma con ciò non attribuivasi niun privilegio speciale a Roma. In quanto alle decisioni delle controversie ed alle radunanze latine che ne sarebbero state una conseguenza, si trova, come furono addotti già diversi esempj, che i concilj erano radunati alla Ferentina anche nel periodo romano e coll'intervento dei Romani, anche quando questi erano prevalenti (3). Inoltre è cosa certa che le adunanze latine per le ferie si facevano al monte Albano, anche dopo che era stata sciolta la confederazione politica. Ora questa continuazione del rito religioso, che era un avanzo del grande fatto religioso-politico-federale, in quel luogo ed in tempo del predominio di Roma dà indizio che ivi pure celebravansi le adunanze politiche. Che se Roma dava il dittatore alla confederazione latina, lo avrà dato per turno, quando a lei toccava la mano, come alternavasi tra le città latine il dittatore, quando questa carica, spenta la confederazione politica, non era che religiosa (4); poichè questo alternarsi nei tempi affatto romani del pari rende cenno che ciò che rimaneva delle costumanze era immagine di ciò che era estinto. In fine si vorrebbe aggiungere, che riesce cosa inverisimile che Roma, nell'atto che entrava nella confederazione, ne risultasse ad un tempo la capitana. Pare adunque che vi sia esagerazione ed adulazione nelle esposizioni fatte da Livio e da Dionigi, e che sia mentita quella confessione del Lazio, che ai tempi di Servio Tullo Roma stesse a capo delle cose latine: ma bensì invece si vuol ravvisare in questa solennità del Dianio sull'Aventino l'introduzione di Roma nella confederazione. Ma re Servio Tullo ottenne quello scopo che primamente poteva proporsi, cioè di portare Roma nel grembo della confederazione. Essa, come federata, senza quei trattati che era necessario di rinnovare frequentemente, aveva

(1) Liv., I, 45. — Dionys., IV, 26. — Naegelé, p. 204 e segg.

(2) Cf. Gellius, *Noct. Act.*, XIII, 14.

(3) Per es., nel caso notabile del giudizio di Turno Herdonio.

(4) Livio, XLI, 16, nomina per verità il magistrato, ma potrebbe ben questo essere il dittatore, poichè a Lanuvio si trova questa carica nel tempo di Cicerone.

ottenuto ospizio, commercio, connubio e ricuperazione coi Latini, e di più con essi partecipava ai concilj, ed i suoi cittadini divennero capaci delle magistrature federali (della dittatura e della pretura), siccome esplicitamente dice Cincio Alimento nel più volte citato passo (1), ed in fine si fece forte della cooperazione federale. Ma Dionigi in questo luogo, estendendosi nella narrazione, insinua anche, che Tullo Ostillio fosse stato quello che primamente istituì la confederazione latina. A questa asserzione, fatta senza speciale argomentazione, non si richiede speciale confutazione, perchè tutto il cumulo delle dimostrazioni recate di sopra, per provare che Roma soltanto sotto re Servio Tullo entrò nella confederazione, basta a questo uopo.

La posizione di Tarquinio Superbo in rapporto alla confederazione latina presenta diverse contraddizioni. Egli adoperò di stringere viepiù i legami di amicizia colle vicine città del Lazio, ed ottenne di maritare sua figlia con Ottavio Mamilio, uno dei più potenti ottimati di Tusculo, per cui si fece aderente la città, che in quei tempi era la più importante della lega (2). Per l'appoggio che gli veniva dalla influenza dei Mamilj, Tarquinio si avvisava di conseguire due cose: l'una, di procurarsi potenti amici fuori di Roma, per comprimere al bisogno le sedizioni di questa città, — *ut peregrinis quoque opibus tutior inter cives esset;* — e l'altra, di riunire il Lazio sotto la supremazia di Roma. Ma la prima cosa gli riuscì, la seconda gli mancò. Di fatto, come vedrassi nel seguito, ottenne da Tusculo e da molte altre città, che prendessero le armi in suo favore quando la sua famiglia fu scacciata da Roma. Mediante la parentela coi Mamilj si acquistò, è vero, molta dipendenza nel Lazio; e per il fatto di Turno Herdonio, quegli che osò contrastare alla sua autorità, incusse terrore nella radunanza latina. La leggenda dice anche che, per essere egli tiranno in Roma, compariva pure alla Ferentina come un signore imperioso, comandava alla gioventù latina di recarsi sotto le armi, e ne ordinava un esercito, composto di Romani e di Latini sotto il comando romano. Cicerone racconta eziandio (3), che vinse in guerra tutto il Lazio. Lorenz (4), tra i moderni, aggiunge, che dopo che Tarquinio si arrogò il principato, i Romani presedevano alle ferie latine.

Ma vuolsi osservare, che il concilio federale e le ferie latine continuavano a celebrarsi alla Ferentina e sul monte Albano, e che da niuno scrittore appare che i Romani avessero da quel tempo un'esclusiva presidenza sia delle radunanze politiche, sia delle religiose del Lazio. Lorenz, nella sua asserzione, si appoggia a Dionigi (5); ma questo storico mostra di descrivere le ferie latine come avvenivano a' suoi tempi. La magistratura federale del dittatore latino spettava a Roma, come a qualunque città del Lazio, nelle forme or ora indicate (6). Trovasi poi in niun luogo riferito che Tarquinio, quando guerreggiò coi Volsci, fosse ajutato dalla milizia federale latina. Invece occorre (7) che, quando Tarquinio, come rappresentante di Roma, asseriva un diritto superiore, susci-

(1) Festus, *Prætor ad portam.*

(2) Liv. I, 49: *neque hospitia modo cum primoribus Latinorum, sed affinitates quoque jungebat; per eas nuptias multos sibi cognatos amicosque ejus* (scil. Oct. Mamilii) *conciliat.*

(3) *De Republica*, II, 24: *omne Latium bello desicit.*

(4) *De Dictatoribus Lat. et Munic.*, p. 27.

(5) IV, 49. ταύτας τὰς ἑορτάς τε καὶ τὰς θυσίας μέχρι τῶν καθ' ἡμᾶς χρόνων τελοῦσι Ρωμαῖοι, Λατίνας καλόντες.

(6) Pag. antecedente.

(7) Liv., 49-53. — Dionys., IV, 43-59.

tava opposizione. Vero è che questa opposizione veniva dissipata mercè l'opera degli ottimati a lui addetti, e sopratutto per la possente influenza di Tusculo, e per tal modo a Roma era mantenuta una prevalenza sul Lazio; ma queste vittorie succedevano per fatti accidentali, e non col carattere di un ristabilimento legale.

Quando toccava a Roma il turno di presentare il pretore federale, la cosa avveniva in questo modo. I candidati a questa carica prendevano gli auspizj in Campidoglio, e quegli che dagli auspizj era designato, veniva salutato pretore da un distaccamento di soldati latini che stavano alle porte di Roma (1); e così in egual modo procedeva la elezione del pretore federale nelle altre città, quando ad esse veniva il giro. Questa autorità era espressa col vocabolo di *imperium* da Livio, e di ἡγεμονία τοῦ ἔθνους da Dionigi (2), vocaboli i quali non forniscono, oltre al supremo comando militare, alcun significato di dominio. Ma sopratutto vuolsi considerare, che se Roma era così prepotente sopra il Lazio, come volevasi rappresentare da taluni, non pare possibile che essa non valesse ad espugnare colla forza la città di Gabj, che le stava sulle porte, e che non vi riuscisse che mediante la frode. Si può adunque inferire da tutte queste indicazioni, che Roma, durante il regno di Tarquinio Superbo, non valse ad acquistare una supremazia sopra la confederazione latina: e se in qualche occasione Tarquinio appare prevalente sopra il Lazio, ciò non fu che per via di fatto ed in modo transitorio, ma non già in forma legale. Ma se mai questo re ebbe disegni ambiziosi sopra il Lazio, essi furono certamente rovesciati dall'espulsione sua e della sua famiglia da Roma. La fazione Tarquinia, dopo gli inutili tentativi colle forze di Etruria per ricuperare la signoria di Roma, si rivolse al Lazio, ed ottenne che il dittatore di Tusculo Ottavio Mamilio, congiunto coi Tarquinj, si adoperasse per muovere un certo numero delle città latine a prendere le armi contro Roma. Fu tenuta (3) a quest'uopo, nell'anno di Roma 253, una radunanza alla Ferentina, dove molte città federate si trovavano; non vi furono invitati i Romani, contro la legge federale, ed a M. Valerio, che venne a farne lagnanza, fu data una frivola risposta; ma la guerra non si ruppe.

Intanto però era avvenuta cosa che sembra contraddire all'indole dei fatti ora esposti. Polibio produce un trattato di commercio, scoperto con altri a' suoi tempi, conchiuso tra Roma e Cartagine sotto il consolato di L. Giunio Bruto e di Marco Orazio l'anno 245 di Roma, cioè un anno dopo il regifugio, nel quale Roma stipula in nome de' suoi alleati o confederati σύμμαχοι, siccome del pari fa Cartagine. Nel tenore di questo atto, tra le altre cose, vi ha che i Cartaginesi non abbiano a nuocere al popolo degli Ardeati, degli Anziati, dei Laurentini, dei Circejesi, dei Tarracinesi, nè ad alcun altro popolo latino che fosse suddito (dei Romani); che si avessero ad astenere anche dalle città di quelli

(1) Cincius Alimentus apud Festum, *Prætor ad portam. — Albanos rerum potitos usque ad Tullum regem: Alba deinde diruta usque ad P. Decium Murem eos populos Latinos ad caput Ferentinæ, quod est sub monte Albano, consulere solitos, et imperium communi consilio administrare: itaque quo anno Romanos imprimis ad exercitum mittere oporteret jussu nominis Latini, complures nostros in Capitolio a sole oriente auspiciis operam dare solitos: ubi aves addixissent, militem illum qui a communi Latio missus esset (illum quem aves addixerant) Prætorem salutare solitum, qui eam provinciam obtineret Prætoris nomine.*

(2) V, 51.

(3) Dionys., V, 51.

che non fossero sudditi; e che se ne avessero presa qualcuna, la restituissero ai Romani senza danno ... (1). Da queste parole si raccoglie: che Roma avea degli alleati o dei confederati σύμμαχοι; che essa stipulava in loro nome; che vi erano alcuni popoli latini specialmente nominati ed altri accennati in genere, che appajono sudditi, ὑπήκοοι, dei Romani; che vi erano altri Latini che non lo erano. Qui, avanti ogni cosa, vorrebbesi negare che il vocabolo ὑπήκοος significasse propriamente suddito, come già in altro luogo, citando le parole di Dionigi, fu impugnato (2), perchè in capo del trattato è detto che esso sia conchiuso anche per gli alleati o confederati, la quale denominazione essendo complessiva, vorrebbesi intendere che fosse di tutti i popoli oltre i Romani, che sono inchiusi nel trattato. I sudditi di una potenza costituiscono l'essenza della potenza stessa, epperò naturalmente vengono sotto il suo nome, e quindi non c'è bisogno che siano distinti nelle relazioni estere.

Pare adunque che sotto a questo nome di ὑπήκοοι si possa intendere qualche cosa di partigiano o di aderente a Roma, ma non già un ente politico costituito sotto la signoria di quella. Rimane ora da sapere, in che rapporti stessero con Roma quegli altri Latini, che sono indicati nel trattato come non sudditi. La clausola che li riguarda potrebbe essere una specie di protocollo aperto a loro favore, cioè a favore di quei Latini che non partecipavano a questa riunione con Roma; ed il protocollo era per avventura lasciato aperto da Roma, per procurarsi influenza tra i Latini non ancora a sè aderenti. Ma ad ogni modo, l'indicazione di questa classe di Latini nel trattato non varrebbe a stabilire una differenza di persone politiche, p. e., di alleati e confederati e di sudditi nell'atto stesso, perchè nelle parole solenni con cui sono indicati in capo del trattato le parti contraenti, sono nominati gli alleati o confederati (σύμμαχοι) di Roma e di Cartagine, senza distinzione (3), e questa parte di Latini che vi compare come non suddita di Roma, potrebbe essere considerata, come fu or ora accennato, come fosse di possibili confederati. Si può adunque conchiudere da tutto ciò che fu ora detto, che Roma in questo trattato risulta piuttosto come capitana e principale, che come signora di una riunione di popoli latini. Ma attribuitale questa condizione, si dimanda come essa potesse stare in tali termini, e stipulare un trattato con Cartagine in faccia a Tusculo ed ai Mamilj, in faccia a quei Latini che nell'anno 253 si radunarono alla Ferentina, che pur sembrano costituire il corpo legale della confederazione, e dove mostransi così minacciosi contro Roma? Livio, per verità, che conosceva gli scritti di Polibio ed anche ne fece uso, e che frequentemente è riconosciuto pur facile ad accogliere tutto ciò che potesse rappresentare Roma grande in ogni tempo, Livio non fa parola di questo trattato. Ma questo storico, che talvolta manifesta una inesplicabile trascuranza od indifferenza nell'attingere alle buone fonti, poichè non fece un uso conveniente degli scritti di Varrone, potè anche

(1) Polyb., III, 22. Ἐπὶ τοῖσδε φιλίαν εἶναι Ῥωμαίοις καὶ τοῖς Ῥωμαίων συμμάχοις καὶ Καρχηδονίοις καὶ τοῖς Καρχηδονίων συμμάχοις..... Καρχηδόνιοι δὲ μὴ ἀδικείτωσαν ὅῆμον Ἀρδεατῶν, Ἀντιατῶν, Λαυρεντίνων, Κιρκαιτῶν, Ταβρακινιτῶν, μηδ' ἄλλον μηδένα Λατίνων, ὅσοι ἂν ὑπήκοοι. ἔαν δέ τινες μὴ ὦσιν ὑπήκοοι, τῶν πόλεων ἀπεχέθωσαν. ἂν δὲ λάβωσι, Ῥωμαίοις ἀποδιδότωσαν ἀκέραιον.

(2) V. p. 280, nota (3).

(3) Polibio prima di riferire questo trattato tocca della difficoltà d'intenderne le parole, stante la diversità della lingua antica di Roma da quella parlata a' suoi tempi; ma tra i vocaboli difficili ad intendersi, pare che quelli solenni con cui erano qualificati i contraenti, potessero essere i più facili.

non avere avvertito questo trattato. Anche Dionigi tace di questo documento, la qual cosa reca meraviglia maggiore per la facile notizia ch' egli poteva avere degli scritti del suo connazionale Polibio, e per la speciale diligenza ch' egli adoperò in Roma onde rintracciare i monumenti per la sua archeologia. Ad ogni modo, il trattato in discorso è riferito da Polibio in tal forma, che non se ne può negare direttamente l' autenticità, e quindi, fosse anche soltanto come fatto probabile, è da ragionarne sopra il suo tenore per i probabili suoi rapporti giuridici. Sotto questo punto di vista adunque, per conciliare in qualche modo le contraddizioni che risultano dalle diverse relazioni degli storici, si potrebbe ammettere, che dopo il regifugio Roma si trovasse separata dalla confederazione, poichè Tusculo, coi Mamilj e coi Tarquinj e colla rappresentanza latina alla Ferentina, si pose contro di lei; e che si formasse come uno scisma nel Lazio, il che in effetto anche nel trattato stesso è confessato, poichè vi sono indicati dei Latini non aderenti a Roma.

Forse Roma vedendosi osteggiata, per le pratiche dei Tarquinj, dalla confederazione legale alla Ferentina, adoperò e, per la sua grandezza già resa mediocremente potente, valse a rannodare intorno a sè una lega scismatica nel Lazio; con essa si pose come avversaria della confederazione legale; ed in quei tempi di governi di fatto potè anche in questa forma stipulare un trattato con Cartagine per sè e per i suoi aderenti, che essa nominò confederati.

Importa ora di notare per la qualità dei rapporti di Roma col Lazio, che se quello Stato, mediante questo trattato, compare come rappresentante ed anche come capitano di alquanti popoli latini, esso però non emerge superiore o capitano della legittima confederazione.

Roma in vece stava in termini ostili verso la confederazione, e fu accennato or ora che, a malgrado di ciò, la guerra non si ruppe. Si conviene presentemente di esaminare la natura di questa situazione. La confederazione latina si teneva confederata coi Tarquinj o con Roma? Decretava la guerra contro Roma principalmente perchè avesse alterata la costituzione introducendo il consolato? Per qual motivo lasciò deserta la causa e non fece la guerra? La confederazione latina, quando ammise Roma nel suo grembo, era retta da dittatori; essa accolse adunque fin dal principio un ente federale non omogeneo: ma se decretò la guerra a Roma essenzialmente perchè avesse alterata la sua costituzione (e questa doveva essere la cagione legale della guerra federale fomentata dai Tarquinj), fece contraddizione a sè stessa, perchè essendo essa retta da dittatori, aveva una corrispondenza nel consolato di Roma, somigliante alla dittatura. Pare che questo enigma possa essere sciolto col risultato che la guerra realmente non si fece. Roma fu accolta nella confederazione, quantunque diversamente costituita, mediante le arti diplomatiche di Servio Tullo; vi si mantenne per la prevalenza tutta di fatto di Tarquinio Superbo, per la influenza dei Mamilj; per l'opera del potente dittatore di Tusculo, Ottavio Mamilio fu decretata una guerra federale contro a Roma per sostenere i Tarquinj. Ma la risposta frivola data dalla confederazione, sotto l' influenza dei Tarquinj e dei Mamilj, al rappresentante di Roma M. Valerio, rivela che il principio legale della confederazione era che Roma, e non la famiglia Tarquinia, fosse tenuta per membro della confederazione; e se la guerra non fu rotta, ne fu per avventura cagione, insieme con le forze che già mo-

strava Roma, che i popoli latini retti a dittatura, si tenevano più amici dei Romani sotto al consolato che non sotto al regno. Così quel principio della omogeneità delle costituzioni particolari nella confederazione latina, avvertito nelle attribuzioni del concilio, se non aveva una sanzione esplicita legale, come pure allora fu accennato, ne aveva forse una pratica, e nella presente omissione di guerra avrebbe trovata nel sentimento latino una nuova implicita sanzione.

Roma poco stante prese d'assalto Fidene; ed Aricia sorse ad accusarla di tradimento avanti alla confederazione. Allora Tarquinio e Mamilio si legarono di nuovo, ed il Lazio alla fine si sollevò con forze contro Roma. Nell'anno 256 della città, ventiquattro Stati latini si unirono alla Ferentina per una guerra federale contro a Roma (1); furono eletti a pretori federali Ottavio Mamilio di Tusculo e Sesto Tarquinio; e secondo il diritto federale, furono mandati ambasciatori a Roma, che furono i più nobili di ogni popolo, per intimarle la guerra quando essa non si fosse assoggettata al tribunale federale per rispondere dell'accusa di tradimento portatale da Aricia. Roma non declinò la competenza di un tribunale federale, ma fece eccezione sulla sua composizione, e si rifiutò di comparire. Si venne alle armi; ma poco dopo si fece una tregua per un anno. In questi fatti si ha un indizio che Roma, a malgrado che si fosse distinta con un cumulo di popoli latini, ed avesse in questa condizione stipulato un trattato con Cartagine; a malgrado che non fosse stata invitata nell'anno 253 alla Ferentina, e che la confederazione sotto l'influenza dei Mamilj e dei Tarquinj le movesse guerra, era ancora tenuta in diritto come partecipe del corpo latino. Questo stato di cose ci annunzia pur sempre un rilasciamento nel vincolo federale, ma rivela eziandio il pensiero intimo, che fosse stata la città di Roma e non la dinastia tarquinese accolta nella confederazione, siccome insieme rende cenno dell'azione del tribunale federale.

Un altro indizio o piuttosto sentore del carattere federale che Roma aveva tenuto in questi tempi, si ravviserebbe da poi in ciò, che nell'anno 257 fu approvato un senatusconsulto, per cui era fatta facoltà alle Latine mogli di Romani ed alle Romane mogli di Latini di rescindere i loro matrimonj. La qual cosa potrebbe essere tratta a significare una specie di rinunzia alla confederazione, se il connubio n'era uno dei cementi (2). In questo atto si avrebbe anche un indizio, che Roma, mentre era federata, non esercitasse alcuna supremazia sul Lazio, perchè se fosse stata in termini di superiorità, non avrebbe fatto cosa che mostrasse un allontanamento dalla lega. Ciò non ostante, questa separazione dai Latini poteva essere mossa dall'intenzione di non voler più stare in confederazione nei termini di eguaglianza. Roma, che cresceva a città maggiore sopra ciascuna delle altre del Lazio, non voleva rimanere contenta alla condizione di semplice unità federale nel corpo latino, e forse si tolse fuori dalla confederazione per farle la guerra.

Seguì di fatto una guerra mentre Roma era in questo isolamento (3). I Latini furono vinti al lago Regillo, e dimandarono pace. Il trattato in cui fu stipulata seguì tre anni dopo, nel 261 di Roma, sotto il consolato di Spurio Cassio e di Postumo Cominio. Forse

(1) Dionys., V, 61.
(2) Dionys., VI, 1.
(3) Dionys., VI, 19 e segg.

le guerre che ebbero nell'intervallo i Romani coi Volsci, cogli Equi, cogli Aurunci, coi Sabini, e le agitazioni in città, tra le quali la secessione della plebe nel monte sacro (1), li mossero a riavvicinarsi alla confederazione latina, per avere sicurezza da questo lato. Dionigi esibisce, almeno per frammenti, il tenore di questo patto, per cui Roma entrò di nuovo nella lega (2), il quale suona in queste parole: « Finchè starà il cielo e la terra, vi sarà pace tra i Romani ed i Latini; nessuna parte osteggerà l'altra, non chiamerà il nemico nel paese, non gli concederà passaggio; in tempo di guerra l'una parte assisterà l'altra secondo le sue forze; la preda fatta in guerra comune sarà divisa tra le due parti in porzioni eguali; le liti di natura ricuperatoria (τῶν ἰδιωτικῶν συμβολαίων αἱ κρίσεις) entro dieci giorni dovranno essere decise nel fòro del contratto: a questo trattato non sarà fatta mutazione, mediante aggiunta od omissione, senza il consenso della confederazione. » La confederazione così rinnovata fu giurata, con solenni sagrifizj, e le ferie latine furono celebrate.

Questo trattato, se da principio aveva il carattere di un patto di diritto delle genti, riuscì in fine in un atto federale, per il quale Roma rientrò nella confederazione a certe condizioni. Stabilita così la natura di questa transazione, occorrono diverse questioni intorno al valore di queste condizioni. Niebuhr primamente avverte (3) che Dionigi omise due condizioni importanti, come sono il ristabilimento del commercio e del connubio. Queste condizioni, se Roma rientrò veramente nella confederazione, sono indispensabili. epperò Dionigi può realmente, come gliene dà carico Niebuhr, avere omesso nella esposizione ciò che era nella convenzione. Intanto si osserva che il ristabilimento del commercio si può inferire dalla ammissione della ricuperazione per i contratti. In quanto al connubio, è pur logico di supporne il ristabilimento, se la sua disdetta per parte di Roma, fatta prima della guerra, fu segno di sua disdetta dalla confederazione. Ma da questo trattato si vogliono trarre ben altre gravi conseguenze, poichè da un passo di Livio, in cui è raccontato un fatto posteriore, si vorrebbe scorgere che vi fosse stata come stabilita la superiorità di Roma sul Lazio. Il passo è di questo tenore (4): *Æqui Latinum agrum invaserant. Oratores Latinorum a senatu petebant, ut aut mitterent subsidium, aut seipsos tuendorum finium causa capere arma sinerent. Tutius visum est defendi inermes Latinos, quam pati retractare arma.* Questo divieto di trattare le armi, a cui appajono legati i Latini, è contrario al diritto federale, a quel diritto che era riconosciuto da Roma sino negli ultimi giorni della confederazione, come trovasi in quelle parole dello stesso

(1) Cf. Dionys., VI, 42 e segg.

(2) Dionys., VI, 95.

Ῥωμαίοις καὶ ταῖς Λατίνων πόλεσιν ἁπάσαις εἰρήνη πρὸς ἀλλήλους ἔστω, μέχρις ἂν οὐρανὸς τε καὶ γῆ τὴν αὐτὴν στάσιν ἔχωσι καὶ μήτε αὐτοὶ πολεμείτωσαν πρὸς ἀλλήλους, μηδ' ἄλλοθεν πολεμίους ἐπαγέτωσαν, μήτε τοῖς ἐπιφέρουσι πόλεμον ὁδοὺς παρεχέτωσαν ἀσφαλεῖς· βοηθείτωσαν τε τοῖς πολεμουμένοις ἁπάσῃ δυνάμει, λαφύρων τε καὶ λείας τῆς ἐκ τοῦ πολέμου κοινὸν τὸ ἴσον λαγχανέτωσαν μέρος· ἀμφότεροι τῶν τε ἰδιωτικῶν συμβολαίων αἱ κρίσεις ἐν ἡμέραις γιγνέσθωσαν δέκα, παρ' οἷς ἂν γένηται τὸ συμβόλαιον· ταῖς δὲ συνθήκαις ταύταις μηδὲν ἐξέστω προσθεῖναι μήτε ἀφελεῖν ἀπ' αὐτῶν, ὅ, τι ἂν μὴ Ῥωμαίοις τε καὶ Λατίνοις ἅπασι δοκῇ.

Secondo Cicerone, *pro Balbo*, C. XXIII, questo trattato, scolpito sopra una colonna di bronzo che stava dietro ai rostri, era ancora visibile a' suoi tempi.

(3) *R. G.* II, p. 43 e segg. — Festus, *Nancitor.* — Puchta, *Cursus der Institutionen.* Leipzig, 1840, I, p. 347 n. g.

(4) II, 30.

Livio più volte citate (1): *in fœdere latino nil esse, quod bellare cum quibus ipsi velint prohibentur.* Pare adunque che quel fatto esposto da questo storico non sarebbe stato mai conforme ai rapporti normali del Lazio con Roma, e quindi se quella superiorità romana ha realmente sussistito, non fosse che accidentale e transitoria. Ma se la superiorità di Roma non fu direttamente stabilita, vorrebbesi asserire che in questo trattato vi fosse almeno stata sancita la equivalenza di lei in rapporto al Lazio, facendosi fondamento sulla reciprocanza dei sussidj militari e sulla eguaglianza nella divisione delle prede. Certamente se coll' entrare di Roma nella confederazione fosse stata riconosciuta la sua equivalenza in rapporto al rimanente Lazio, si può affermare che ne fosse anche stabilita, per ciò solo, la superiorità, poichè un elemento federale, che era equipollente a tutti gli altri elementi federali riuniti, non rimaneva nella condizione di eguaglianza con ciascheduno di questi confederati. Ma in questa reciproca prestazione del soccorso militare non è necessario di supporre che il corpo latino, distinto da una parte, dovesse, in forza di questa stipulazione, soccorrere colle sue forze Roma nel caso di bisogno, o che Roma, distinta dal rimanente Lazio, gli dovesse prestare ajuto per eguale cagione. Questo trattato può ben intendersi anche in altro modo, e, vorrebbesi dire, più verisimile: cioè, che nella rilasciatezza del vincolo federale latino, già avvertita, Roma, nel caso di un assalto parziale dato a lei come federata latina, avesse diritto al soccorso di tutti o di parte, secondo il bisogno, de' suoi confederati; siccome ciascuno degli altri confederati, in somigliante bisogno, avesse da aspettarsi ajuto, del pari che dagli altri, così anche dalla confederata Roma. E secondo la prestazione di questo soccorso doveva anche essere determinata la partecipazione alle prede. Nel complesso di questo trattato si può riconoscere, che se Roma compare come ente distinto nell' atto del trattare, può nondimeno confondersi cogli altri membri della confederazione conchiuso il trattato; nè da esso può farsi induzione che sia stata stabilita alcuna supremazia di Roma sul corpo latino. A questa opinione mostrasi aderente anche Nägelé (2), asserendo che in quest'atto non fu sancita che la riammissione di Roma nella confederazione, e che vi fossero soltanto definite più precisamente le reciproche obbligazioni; ed avverte, in conferma della sua opinione, che nell' anno 261 di Roma vi erano ancora tali città nel Lazio, siccome Tivoli, Preneste, Tusculo, da gareggiare con Roma per grandezza e prosperità, se non per ispirito militare.

Tra le condizioni definite, Niebuhr afferma eziandio che vi fosse stata inchiusa la isopolizia. Fu già disputata superiormente la possibilità di una isopolizia fra Stati federati (3). Ciò non ostante, vuolsi qui riferire che Dionigi in effetto (4), dice che Cassio essendo console, gratificò i Latini della isopolizia: e cotesta sarebbe stata veramente quella isopolizia che conferiva i diritti politici, che dava ai Latini il diritto di suffragio nei comizj romani. Ma Cassio, perchè con questa collazione attribuiva veramente diritti politici importanti ai Latini, potè venire, oltre che per altri fatti anche per questo, in sospetto di aspirare con esterni ajuti alla tirannide, e fu buttato giù dalla rupe Tarpeja: e Virginio, suo collega nel consolato, fece uscir di Roma i Latini (5).

(1) VIII, 3.
(2) *Studien*, ec., p. 317.
(3) Pag. 304.
(4) VIII, 77. ἰσοπολιτείαν ὕπατος ὢν ἐχαρίσατο.

(5) Cf. Heineccius, *Antiquit. Roman. Syntagma*, p. 294, 95.

Il diritto latino o *jus Latii*, nel sistema romano, sembra una derivazione nell' essenza dell' antico di-

Dopo il trattato Cassiano vedonsi i Latini muovere frequenti guerre sia in società dei Romani, sia da soli; siccome trovansi i Romani fare altrettanto e coi Latini e senza di loro (1). Era ciò conforme al principio federale latino già citato più volte, che *in foedere Latino nil esse, quod bellare cum quibus ipsi velint, prohibentur*, ed era ad un tempo un carattere della imperfezione di quella confederazione. Ma dopo la battaglia al Regillo, per ben 100 anni tra i Romani ed i Latini fu pace, e passarono transazioni di vita federale nel Lazio. Ma nell'anno 365 accadde la famosa presa di Roma fatta dai Galli, il che diè incoraggiamento ai nemici di quella città d'insorgere contro di lei, ed i Latini e gli Ernici diedero in effetto segni di defezione (2). Questo caso accenna a due cose: l'una, che Roma prima della invasione dei Galli fosse in grado di superiorità nella confederazione latina, se i Latini prendono occasione della sua disfatta per negarle ubbidienza; l'altra, che gli Ernici per avventura facessero parte della confederazione latina. Ma questa superiorità di Roma, poichè fu gravemente interrotta, può ancora essere considerata come accidentale, e quindi non pare che dia bastante fondamento per riconoscere decisamente Roma come capitana della confederazione. In quanto ai rapporti federali degli Ernici si oppone sempre l'assenza abituale di questi popoli dalle solennità alla Ferentina, le quali davano il carattere di federati latini ai popoli che v'intervenivano. Gli Ernici potevano adunque essere alleati, ed alleati abituali dei Latini, ma non confederati.

I Romani, liberati dai loro più potenti nemici, dimandarono ragione ai Latini ed agli Ernici della mancanza ai loro doveri (3); di poi entrarono in una serie di guerre, piuttosto parziali con diversi popoli latini, che generali con tutto il Lazio, nelle quali essi conquistarono di molte terre ai Latini (4). Queste guerre erano cagionate per avventura da ciò, che i Latini non potessero tollerare la supremazia che Roma andava stabilendo sul Lazio, e che i Romani volessero mantenerla. In questo periodo si può affermare che

ritto federale privato latino; ma per esso il Latino era sempre tenuto in condizione inferiore al cittadino romano *optimo jure*.

(1) Liv. II, 30, 43, 48, 53; III, 4-7, 22; IV, 26 i. f.; V, 19, 46; VI, 2, 10; VII, 12, 25, 38; VIII, 2, 4, 13.

(2) Liv. VI, 2.

(3) Liv. VI, 10. I Romani, liberati della guerra coi Volsci, cogli Equi e cogli Etruschi, che erano venuti a combatterli dopo la presa di Roma, dimandarono il motivo ai Latini ed agli Ernici, perchè non avessero inviato il sussidio militare. Essi risposero, che parte della loro gioventù aveva militato coi Volsci, e dell'altra parte se n'erano prevalsi per difesa del proprio paese.

(4) Le guerre combattute tra i Romani e i Latini sono le seguenti:

Anni di Roma 370. Guerra di Roma contro i Latini e gli Ernici, i quali si congiunsero coi Volsci. Vittoria dei Romani.

372. Lanuvio, poi Preneste, sorgono in armi contro Roma. Tusculo parteggia coi Prenestini.

373. Un esercito prenestino avanti Porta Collina. Vinti i Prenestini furono loro prese 8 città, e di più occupata anche Preneste.

376. Ostilità tra Roma ed il Lazio, che durano non interrotte per molto tempo. Tusculo reso romano, fu preso dai Latini, e poi ripreso dai propri cittadini e dai Romani.

Dal 394. Tivoli mosse guerra a Roma, e chiamò in soccorso i Galli, come da prima Preneste i Volsci. Ciò dimostra che le diverse città latine, mal sostenute dalla lega, dovevano chiamare in soccorso altri popoli vicini.

401. Roma, per timore dei Galli, rinnova l'antica federazione coi Latini (cioè con una parte dei Latini, perchè la guerra con Tivoli durò ancora) per avere milizie in ajuto contro i Galli, e superò Tivoli colle sue terre dipendenti. Liv., VII, 12, 19. Cf. Niebuhr, III, p. 760-61.

Roma si prendesse fortemente in mano l'egemonia del Lazio, per non perderla mai più. I Latini, per verità, si scossero alla fine ad una resistenza comune, ma il tempo era già troppo tardo, e la guerra generale che fu intrapresa, riuscì alla estinzione totale della confederazione politica.

Di già nel 406 di Roma, in un concilio alla Ferentina, i Latini, alla ingiunzione di Roma di prestare la milizia federale nei moti contro i Galli ed i Greci, avevano risposto: *absisterent imperare iis, quorum auxilio egerent; Latinos pro sua libertate potius quam pro alieno imperio laturos arma.* Finalmente nel 414 di Roma si ruppe la guerra, e la causa ne fu la difesa che i Latini prestarono ai Sidicini Campani, ed i Romani ai Sanniti. I Sanniti, amici dei Romani, si lagnarono a Roma d'un assalto latino-campano. Il senato rispose, che avrebbe fatto stare al segno i Campani, deditizj; ma circa ai Latini, essere altra cosa, poichè *in fœdere Latino nihil esse, quod bellare cum quibus ipsi velint, prohibentur* (1). Furono chiamati a Roma i dieci principi dei Latini (2), i quali furono accompagnati dai due pretori latini L. Annio Setino e L. Numisio Circejense, ai quali ingiungessero le cose che volevano. Ma Nägelé pensa (3) che le trattative seguissero, secondo il diritto latino, alla Ferentina, e che i dieci principi fossero i messaggieri della dichiarazione di guerra, od i latori delle condizioni di pace. Questi pretori, secondo Livio (4), convocato da prima il concilio, esposero in esso ciò che erano per dire a Roma, ed avutone grande consenso dalla radunanza, dimandarono in senato romano, che, d'allora in avanti, dei due consoli l'uno fosse Romano, l'altro Latino. Fu rotta la guerra, e la battaglia del Vesuvio (nel 415 di Roma) decise della sorte del Lazio. Gli avanzi della disfatta latina furono annientati a Trifano. Incominciò da poi una guerra parziale di città in città. I Latini, separatamente fecero ancora qualche sforzo. Un esercito raccolto da Aricia, Anzio (5), Lavinio e Velletri, fu battuto all'Astura dal console C. Menio, e le milizie di Pedo, Tivoli e Preneste furono annientate dal console L. Furio Camillo; Camillo, riferendo in senato intorno ai Latini, potè dire: *Dii immortales ita vos potentes hujus consilii (*scil. *quonam modo perpetua pace quieti obtineantur Latini) fecerunt, ut sit Latium deinde an non sit in vestra manu posuerint.* Il senato deliberò di trattare diversamente ciascuna delle città latine, secondo il grado dell'intenzione ostile manifestata contro Roma, e secondo la opportunità de'suoi scopi, siccome Livio (6) riferisce, per le singole città.

Qui ebbe fine l'antica confederazione latina, poichè Livio dice che i Romani, dopo che diversamente castigarono diversi popoli latini, tolsero agli altri i connubj, i commerci ed i concilj tra di loro, ossia i concilj comuni (7). Dopo l'atto che privò i Latini di queste istituzioni, non rimase più esistenza politica al Lazio; ma come in Etruria i Romani lasciarono la parte religiosa della federazione, così fecero anche nel Lazio, e le ferie latine sotto l'alternante presidenza delle singole città, e coll'intervento dei po-

(1) Liv., VIII, 2, 3.
(2) Liv., VIII, 5.
(3) *Studien, etc.*, p. 255, n. 82.
(4) VIII, 3, 4.
(5) Nägelé, p. 226, 227.
(6) VIII, 14.
(7) VIII, 14, *Cæteris Latinis populis connubia, commerciaque et consilia inter se ademerunt.* Il noto brano citato altre volte per altri scopi.

poli latini, una volta federati, furono da poi, siccome da prima, celebrate sul monte Albano (1).

Nei rapporti di diritto si ha da osservare, che la confederazione, quando Roma ne faceva parte, teneva le sue adunanze alla Ferentina coll'intervento o senza i deputati di quello Stato, secondo che questo era in pace od in guerra colla confederazione. Dei magistrati federali il dittatore forse continuava ad essere alternato tra le città federate, perchè sebbene fosse il primo in diritto, era divenuto forse il meno importante in fatto, da poi che i pretori presero a governare ordinariamente le cose della pace e della guerra. Questi magistrati erano forse eletti, secondo il loro merito, tra i membri della confederazione, od in giro per i singoli Stati, quando Roma era eguale nella confederazione (2): di essi n'era forse destinato sempre uno da Roma quando essa prevaleva; erano ambidue scelti tra i Latini, siccome nel caso ora ricordato di L. Annio e di L. Numisio, quando la confederazione era in guerra, o si poneva come avversaria a Roma. Pare che quando Roma si era decisamente fatta capitana della confederazione, tenesse l'esercito federale sempre sotto il comando romano, dividendo i diversi membri dell'esercito in modo, che a ciascun membro romano fosse congiunto un equivalente membro latino sotto comando romano, di maniera che la superiorità del comando romano cominciava dal generale in capo o dal console, e si estendeva sino all'ultimo centurione ed opzione di fanti, ed all'ultimo decurione di cavalli. In fine, l'atto che esercitavano da ultimo i Romani sopra il Lazio chiamando a Roma i dieci principi ed i due pretori Latini, ai quali ingiungessero le cose che volevano (*quibus imperarent quæ vellent*), è una solenne conferma della supremazia di Roma sul Lazio. I rapporti tra il Lazio e Roma essendosi ridotti in questi termini, il Lazio non poteva più riprendere con Roma la primitiva eguaglianza di diritto, senza che questo Stato non presumesse che gli fosse fatta una opposizione ribelle.

Si venne alla guerra, ed il Lazio cadde sotto le armi prepotenti di Roma, e cadde perchè al suo diritto mancò la felicità di situazione, e la prudenza civile e politica. Esso rimase diviso in piccoli Stati, che difficilmente si riunivano, difficilmente deliberavano, frequentemente discordavano, e lentamente eseguivano. Esso conservò le sue città costantemente costituite in aristocrazia, ed ebbe le plebi lente e malvogliose a combattere per la causa che non era tenuta bastevolmente per comune. Roma vinse perchè, come dice Machiavelli, fu una grande città, maggiore, e quindi più forte di ciascuna vicina, e ben presto di parecchie vicine; perchè fu unita nei consiglj e prontissima alle mosse: perchè avendo comunicato ai plebei l'amministrazione della repubblica, li ebbe animati alle imprese.

(1) XLI, 16 (20): *Latinæ feriæ fuere ante diem tertiam Nonas Majas, in quibus quia in una hostia magistratus Lanuvinus precatus non erat: populo Romano Quiritium religioni fuit.*

Cf. Klausen, II, p. 798, 9. Questo scrittore però asserisce che ai tempi romani presedeva a queste ferie il console, il quale v'interveniva co' suoi colleghi e con tutti i magistrati, ed anche coi tribuni della plebe, ma faceva la preghiera per il popolo romano dei Quiriti. Ciò non ostante il magistrato lanuvino di Livio, che non fece la preghiera *in una hostia* nell'anno 576 di Roma, pare che fosse quello che presedesse a queste ferie, e quindi che cotesta presidenza fosse esercitata anche dalle città latine. A Lanuvio c'era un dittatore ai tempi di T. Annio Milone.

(2) Festus, *Prætor ad portam.*

I diversi ordini federali sviluppati nel primo periodo della confederazione, siccome, per quanto apparve, non presentarono che le poche modificazioni superiormente indicate, non richiedono che più ritorni il discorso su quelle materie: ma poichè Roma nei suoi rapporti col Lazio si pose frequentemente come nemica, così vuolsi avvertire a un certo carattere di internazionalità, anzichè federativo, che si stabilì nelle sue transazioni. Roma dovette combattere per farsi accettare nella confederazione, e continuando a combattere conseguì l'egemonia, l'egemonia per la conquista, e non per la naturale superiorità della sua potenza economica e civile. L'egemonia conquistata generò le guerre di resistenza, e la resistenza superata produsse il dominio. Non di rado addiviene che chi è stato troppo sforzato a difendersi, sviluppando con energia le sue forze, si fa da poi assalitore. Ma la recriminazione non è una giustificazione.

Costituzioni particolari delle singole città.

Rapporti sociali. — Si dice che le costituzioni delle città latine fossero aristocratiche(1), il qual fatto non è che una sanzione di rapporti sociali, cioè della sussistenza di due classi di uomini in quelle società, di cui gli uni fossero in condizione di dipendenza o di servitù; gli altri in quella di superiorità o di dominio. A spiegare questi rapporti soccorre facilmente, massime per l'antichità, l'idea di un popolo invasore che si soprappose alla popolazione già dimorante nel territorio. Quando si discorse superiormente dell'immigrazione latina in Italia, non si fece cenno di alcun popolo che abitasse anteriormente i paesi occupati dai Latini. Se mai vi fu questo popolo, esso lasciò fondere talmente la sua nazionalità, che non appare discernibile *etnograficamente* tra i popoli latini. Ma se la sua nazionalità si dileguò, poterono durare le differenze sociali. Al 1789 la nazione francese parlava lingua francese, ma la nobiltà francese era dei Franchi, ed i vassalli ultimi e la plebe e la borghesia erano i Galli-Romani. Vi ha traccia nelle storie che vi fosse un popolo antichissimo in Italia, forse anteriore alla venuta della stirpe italica; ed argomentando dalle grandi emigrazioni mondiali, questo popolo vi poteva essere, se la razza turanica precedette in Europa l'ariana. Questo popolo sarebbe dei Liguri, i quali essendo della stessa stirpe degli Iberi, che sono tenuti per gli antenati dei Baschi, potrebbero essere della famiglia turanica (2). Sopra parte di questo popolo ligustico, forse poco numeroso, e quindi facilmente penetrabile, assimilabile, si pose per avventura il ramo latino della stirpe italica della razza ariana, e forse perchè era scarso, raro, facilmente lo spogliò dei caratteri etnografici della sua nazionalità; ma nondimeno riuscì distinto, poichè di esso fece per avventura il primo nucleo in Italia della sua casta vassalla o suddita. Si dice il *primo nucleo in Italia* perchè primieramente potè aver tratto seco dei vassalli o famuli dal di fuori; di poi perchè anche nella medesima nazione, per le vicende economiche, sociali e politiche, ponno formarsi quelle distinzioni di famiglie e

(1) Dionys., VI, 62: ἀριστοκρατεῖται δέ καὶ τὰ ἔθνη τὰ περὶ ἡμῶν ἅπαντα καὶ τὸ δημοτικὸν ἐν οὐδεμιᾷ πόλει μεταποιεῖται τῶν ἴσων.

(2) Maury, *Indigenous Races of the Earth or new Chapters of Ethnological Inquiry*. Philadelphia, 1857, p. 48-50. — Cf. Lange, *Römische Alterthümer*. Berlin, 1856, p. 48. — Cf. Anche Guglielmo Humboldt, *Prüfung der Untersuchungen über die Urbewohner Hispaniens vermittelst der baskischen Sprache*. Berlin, 1821, *passim*, ed a pag. 54, C. 18. — *Etymologie der Namen* Vasken, Biscaya, Hispanien. Iberien.

di genti, per le quali le une riescono in condizione superiore e le altre in inferiore, le une comandano e le altre ubbidiscono.

Le patriarchie latine, coi loro vassalli o clienti o servi, probabilmente formatesi nei modi ora accennati, si sarebbero riunite a costituire le città del Lazio. In ciascuna di queste città vi era adunque una parte della popolazione sottoposta all'altra, e questa parte inferiore potè essere rispettivamente suddita delle singole patriarchie convertite in tribù o sezioni civili. Ma nel processo del tempo poterono anche introdursi nella città altri nomini o famiglie che, accolte pure in condizione inferiore, non dipendessero però che dalla potestà comune. Questi uomini o famiglie furono le plebi. I clienti poterono pure, col tempo, sottrarsi dall' autorità dei loro signori o patroni, per dipendere solamente dall' autorità pubblica, e per divenire plebe. Livio ricorda anche nelle città latine gli artigiani (*opifices*), che nomina distintamente dai plebei; ma se essi non avevano diritti speciali, erano per loro natura parimente plebei.

Le cose essendo in questi termini, i rapporti sociali delle città del Lazio somministravano adunque gli elementi per un governo civile aristocratico.

Ma gli Stati latini compajono primamente come fossero governati da re, e non fu che nel seguito che occorrono i dittatori annui a presiedere lo Stato. Secondo i miti (e siamo nell'età involta nei miti) questi re erano di origine divina, cioè il loro capostipite, che risulta anche il fondatore ed il maestro della società, era un dio od un eroe. Giano fondò il Gianicolo sulla riva destra del Tevere; suo figlio Pico e poi Fanno e poi Latino furono i più antichi eroi dell' antichissimo Lazio. Essi tennero nel seguito la loro sede a Laurento (1). Dirimpetto al Gianicolo, sulla sponda sinistra del Tevere, su di un colle Saturno fondò una città che fu detta *Saturnia*. Questi due re, Giano e Saturno, furono considerati e venerati come i primi autori della coltura del paese e di ogni bene che rese felici i suoi abitanti: Giano insegnò l'esistenza degli dèi ed il loro culto; Saturno, l' agricoltura.

Questi dèi o semidei erano chiamati re degli Aborigeni, siccome Enea, successore di Latino, re dei Latini; e sono rappresentati come dominatori di tutto il Lazio, tenendo da prima la loro sede in Laurento, di poi in Lavinio, indi in Alba Lunga (2). Ma, tosto che si abbandona il campo della favola, non si trova più in alcun luogo alcun re italico, il quale signoreggiasse sopra un intero popolo, ma invece da per tutto s' incontrano re o regoli di piccoli territorj, di piccole città con terre circostanti (3).

(1) Virgilius, *Æn.*, VII, v. 171.

(2) Corradinus, *Vetus Latium profanum et sacrum*. T. I, lib. I, C. 3-6.

(3) Oltre i re sopranominati, Giano, Saturno, Pico, Fauno, Latino, Enea, ve ne ha di altri, e sono, un Camese, che divise con Giano il regno, lasciando a questo il Gianicolo, ed egli regnando sulla pianura da lui nominata *Camesene* (Macrob., *Saturn.*, L. I, c. 79, appoggiato ad Igino). Trovasi un antichissimo re del Lazio detto Murrhanus, donde da lui i re del Lazio chiamati Murrhani (Servius *ad Æn.*, VI, v. 760; Virg., *Æn.* XII, v. 529). Anche un Thybris o Tevere, secondo alcuni, sarebbe da Servio (*ad Æn.*, VIII, v. 330) tenuto per un figlio di Giano e di Camesene, e sarebbe stato re dei Latini. Acrone fu re di Cenina, e fu ucciso da Romolo in battaglia (Cf. Liv., I, 10; Serv., *ad Æn.*, VI, v. 860). Aventino era un figlio d'Ercole e re degli Aborigeni (Cf. Serv., *ad Æn.*, VII, v. 657). Dercenno o Stercе (sopra il re Stercuzio, cioè Saturno, padre di Pico, Cf., Serv., *ad Æn.*, X, v. 96) fu pure un re degli Aborigeni, secondo Virgilio (*Æn.*, XI, v. 850). Telegono, figlio di Ulisse e di Circe, fondò Tusculo, e ne fu il re. Da sua figlia Mamilia derivò la gente Mamilia (Cf. Festus, s. v. *Mamiliorum familia*. Liv., I, 49. Dionys., IV, 45). Un Malco o Melco è parimente nominato re dei Tusculi: *qui primus tubam invenit* (appo Stazio nella *Tebaide*, IV, v. 224 in nota. Ed. Lemaire). — Naegelé, p. 231-32.

Quivi si trovano nominati dei re degli Aborigeni; ma se le vedute etnografiche sopraccennate stanno, vedasi qual conto si possa fare di cotesti Aborigeni, ed aggiungasi anche dei Pelasgi e di quanti altri popoli a diversi nomi, rappresentati nei miti.

Di poi cotesti re compajono nella favola come se ciascuno di essi fosse signore di tutto il paese. Contro siffatta rappresentazione sta primamente una inverisimiglianza *a priori*, poichè gli Stati, massime nell'infanzia delle società, sogliono procedere da piccoli principj per formarsi grandi, e non viceversa. Forse per Alba, se è stata il centro propagatore del popolo latino, vi potè essere nei miti uno scambio di rappresentazione, cioè un esibire per centro d'impero ciò che non era che centro di propagazione. Ma da diverse circostanze appare che pur nell'antichissimo Lazio ogni terra costituisse una società civile o città, e vi ha qualche traccia che, oltre i re Laurentini, Laviniesi, Albani, vi fossero altri re nel Lazio (1). Ma di sopra fu detto che i rapporti sociali delle città latine somministravano gli elementi per un governo aristocratico, e di poi fu soggiunto trovarsi primamente nel Lazio un governo di re. Certamente i popoli che da poi furono nominati Latini in Italia, nelle loro migrazioni antecedenti vivevano pure in qualche società, assai probabilmente nella patriarchia, e nell'atto dell'emigrazione probabilmente in qualche federazione, come fu già avvertito. Ma in Italia modificarono o ricostituirono assai probabilmente le loro società secondo le circostanze del paese, e da poi che vi presero domicilio stabile, quivi istituirono la società civile o la città. Al medesimo tempo queste società quivi modificarono o riformarono le loro religioni, perchè gli atti di riforma della società, quando avvengono nei tempi d'infanzia dei popoli (e l'infanzia dei popoli latini certamente durava al primo loro stabilirsi in Italia), si accompagnano anche col processo formativo di quelle religioni che sono immaginate dagli uomini; di poi perchè le religioni latine appajono con un carattere proprio. I fondatori di queste società e i riformatori delle loro religioni furono di certo i più intelligenti ed i migliori del popolo, e questa superiorità di persona religiosa e civile, contemplata nel tempo dei miti, valse per avventura ad attribuire a quei soggetti un'origine divina ed un carattere eroico. Pare quindi natural cosa che il fondatore di siffatta società fosse anche l'istitutore del culto, e che comparisse come un eroe; ed eroi veramente compajono nei miti i fondatori della società latina. In queste circostanze di formazione sembra pure natural cosa che la società si costituisse sotto l'impero del diritto divino, che l'eroe fondatore ne fosse il capo, e che la sua famiglia risultasse in dinastia regnante per diritto divino positivo. I padri patriarchi, che in un qualunque modo si riunirono a formare siffatte società, apportarono certamente un elemento aristocratico alla costituzione di quelle; ma poichè naturalmente avveniva che una sola persona ne fosse poi il coordinatore, così si stabiliva in esso una superiorità che modificava l'elemento aristocratico della società. Le società latine furono primamente governate dai re; così lo erano le società greche, ed ai tempi Omerici era persino posto il principio, che uno solo dovesse essere il capitano ed il re (2). Il regno soleva essere ereditario nelle famiglie dei re, e l'elemento monarchico entrando a formare la città, la costituiva in una monarco-aristocrazia.

È detto nei miti che cotesti primi re latini insegnassero l'agricoltura; ma dalla lin-

(1) Cf. la nota antecedente, ed inoltre Lorenz., *De Dictator. Latin. et Munic.*, p. 6.

(2) εἷς κοίρανος ἔστω, εἷς βασιλεύς; *Ilias.* B. v. 204.

guistica abbiamo appreso che i Latini conoscevano l'agricoltura quando erano ancora commisti coi Germano-Slavi e coi Lituani, che la esercitavano in maggiore estensione quando trovavansi ancora commisti coi Greci, cioè quando erano tuttavia nelle età etnografiche. Saturno, o quel qualunque capo della società di Saturnia, avrà insegnata l'applicazione dell'agricoltura al territorio della sua città, e questo insegnamento sarà stato già tale benefizio, perchè nel linguaggio della favola fosse tenuto per il primo maestro.

Non occorre di ricordare che quando le società particolari o le città del Lazio erano governate da re, riunendosi in federazione, avevano pure un capo federale che nominavasi re, ed era per avventura il re di Alba, poichè fino a che durò la potestà regia nelle città latine, Alba si ebbe la egemonia della confederazione.

Quando si dileguò l'età dei miti ed anche un po' la credenza in quelli, mancò del pari un fondamento alle dinastie regnanti, che tenevano il loro regno di diritto divino appoggiato sui miti. Per questo fatto, l'elemento aristocratico, quasi per meccanico antagonismo, doveva farsi più vivo, e con ciò preparavasi la società ad una modificazione della sua forma.

Si dice che in tutte le città latine, in un certo intervallo di tempo, alla potestà di re fu sostituita la carica di un magistrato; il che sarebbe stata la trasformazione della monarco-aristocrazia in aristocrazia. Scarse ed interrotte sono le notizie intorno alla più parte delle città del Lazio: solo di Alba e di Tusculo se ne ha una porzione più continuata, e tale da formarsi un qualche concetto degli ordini civili. Parrebbe adunque di trarre dagli ordini di cotesta città un'induzione per congetturare intorno a quelli delle rimanenti.

I rapporti sociali, come fu già superiormente accennato, nelle città del Lazio erano d'indole aristocratica. I re ne scomparvero per diverse occasioni, ma forse per una sola cagione, cioè per la prevalenza delle famiglie degli ottimati (1). Gli ordini civili si accomodarono a questi rapporti; il capo dello Stato divenne un magistrato, e l'aristocrazia si rappresentò in un corpo sovrano.

Intorno al tempo in cui Roma fu fondata sembra che nelle città del Lazio si effettuasse questa rivoluzione. Se Alba Lunga, come capitana, abbia iniziato questo movimento tra le città latine, o se altri Stati prima di essa avessero operato questa mutazione, od almeno allo stesso tempo ed indipendentemente dalle perturbazioni di Alba, per mancanza di notizie non si può per alcun modo affermare. Sembra però che in qualche terra cotesta potestà ancora sussistesse da poi, perchè trovasi (2) che i Ceninesi erano con-

(1) La tradizione dice che in Alba gli ottimati si sollevarono dopo la morte di Numitore, per le crudeltà di Amulio. Göttling e Rubino pensano (*a*) che l'estinzione del regno avvenisse per le contese intorno alla successione al trono; ciò che potrebbe essere espresso nelle parole di Livio (*b*): *avitum malum, regni cupido.*

(*a*) Göttling, *Geschichte der römischen Staatsverfassung, etc.*, p. 42. — Rubino, *Untersuchungen über römische Verfassung und Geschichte.* Cassel, 1839, p. 12, n. 2.

(*b*) I, 6

Licinio Macro, appo Dionigi (*c*), rapporta che la potestà regia in Alba si estinse, perchè con Numitore si estinse la gente Silvia. Ma l'annalista si dimentica di Romolo, che aveva pure diritto o pretese di successione al trono di Alba.

Altre opinioni seguono intorno a questo, fatto che non giova di rammentare. — Naegelé, p. 232 e segg.

(2) Liv., I, 10. — Dionys., II, 33. — Naegelé, *Studien, etc.*, p. 233.

(*c*) V, 75.

dotti da un re quando combattevano contro a Romolo, a meno che il nome di re non fosse qui adoperato nel significato di condottiero (1).

Senato. — L'annalista Licinio Macro, citato da Dionigi (2), dice che, per l'abolizione della dinastia regnante, la potestà regia passò nel dittatore; ma in vece, per i fatti asseriti e da asserirsi, e per la natura delle cose risulterebbe che furono gli ottimati che si presero in mano tutta la potestà, e che essi esercitarono la sovranità mediante un senato. Si dice che dividessero cotesta sovranità col dittatore; ma il dittatore, come si vedrà or ora, non era che un magistrato, ed il magistrato non esercita essenzialmente potere legislativo o sovrano, ma soltanto esecutivo. Nägelé, che porta quella opinione (3), soggiunge da poi, che il senato delle città latine stava nel medesimo rapporto col dittatore, come in Roma il senato coi due consoli: con che invece conferma la nostra asserzione, poichè i due consoli non erano che magistrati. Lo stesso autore, asserendo da poi che lo sviluppo storico delle società in Italia presenta questo fenomeno, ne vuole riassumere la forma, perchè felicemente espressa, colle parole di Wachsmuth (4), cioè, che quasi generalmente in Italia s' introdusse una aristocrazia ereditaria, nella quale l' antica costituzione patriarcale, ovvero la tirannia dei singoli, fu sommersa. Vico, alla fine del XVII secolo, disegnava già nella sua storia ideale eterna, ossia in una storia universale *a priori*, questo avvicendamento sociale, e lo rappresentava ne' suoi senati eroici; ma i senati eroici di Vico lasciavano intatti i governi domestici dei patriarchi sino al conflitto coll' interesse comune dei padri, cioè col bene della patria; e se le società civili che primamente formaronsi nel Lazio non erano che riunioni di patriarchie, cotesti si saranno trasformate in quelle sezioni o tribù o curie della città, le quali conservarono un governo proprio, esercitato dai rappresentanti dei primitivi patriarchi sino al conflitto coll' interesse comune civile. Ma comechè i rapporti sociali nei primordj delle società fossero disposti alle aristocrazie, pure fu veduto di sopra come potesse propriamente in sui principj introdursi l' elemento monarchico, sicchè la monarco-aristocrazia avrebbe preceduta l'aristocrazia, siccome di fatto in Italia ed in Grecia si trovano primamente i re al governo degli Stati.

Si crede che i senati di coteste città latine fossero composti di cento membri. Il senato della prima città romana composta dei soli Romani era di cento membri; i decurioni dei municipj romani del Lazio, che verosimilmente avrebbero conservato il primitivo ordinamento latino, erano in numero di cento, e da ciò si farebbe induzione che gli anti-

(1) Per verità, gli scrittori adoperano senza una determinata intenzione i nomi di *rex*, *imperator*, *dictator*, *dux*, βασιλεύς. Dionigi (IV, 58), parlando di Tarquinio Superbo, dice: βασιλέα τῶν Γαβίων τόν υἱόν Σέξτον ἀποδείξας; Livio (1, 60), parlando di Tarquinio, così si esprime: *Tarquinius Gabios tamquam in suum regnum profectus:* ed in questo regno si vuol ravvisare l'ordinamento delle antichissime prefetture, come ebbero luogo in Collazia, Circej, Signia (Cf. Liv. I, 38, 60. — Dionys., IV, 64). Strabone dice senza distinzione (V, p. 231), che Alba e Roma erano al medesimo tempo governate da re. Tuttavolta, a malgrado di questa promiscuità di denominazione, si può dall'insieme delle circostanze nelle rispettive situazioni politiche, fare induzione, se chi è nominato re o dittatore, era un re con potestà regia propria, od un magistrato. Intanto si può dire che i re di Roma erano certamente diverse persone politiche dai consoli, dittatori, interrè romani, siccome i re del Lazio dei primi tempi erano diversi dai dittatori successivi.

(2) V, 74.

(3) *Studien, etc.*, p. 239.

(4) Naegelé, p. 240.

chi senati delle città del Lazio si componessero di cento membri. Questo senato esercitante il potere sovrano si teneva in possesso delle cose attinenti alla religione, poichè la società era governata in nome o sotto gli auspicj del diritto divino. Il culto era esercitato dai suoi delegati; la dottrina od i misteri saranno stati insegnati nel modo che ad esso conveniva, pure per sua delegazione; ed i sacerdoti saranno stati gli eletti del senato.

L'esercizio del potere legislativo era l'azione naturale di questo senato; non avrà forse sempre distinto da sè il potere giudiziario, per esercitarlo in alcuni casi gravi; per gli altri ne avrà delegato l'esercizio a qualche corpo, ed assai verosimilmente ai magistrati. A questo senato od ai magistrati da esso delegati dovevano certamente competere quei casi d'indole federale, demandati ai fòri degli Stati particolari, di cui fu discorso superiormente al luogo dei tribunali federali, perchè ad essi naturalmente e necessariamente apparteneva la giurisdizione delle cause dei proprj Stati particolari.

L'ordinamento della milizia, le relazioni federali e, nell'indipendenza eventuale in certi casi dalla confederazione, le relazioni estere di pace e guerra ed alleanza saranno state di sua attribuzione; la elezione o la designazione dei deputati al concilio federale, e quella dei magistrati lo sarà stata del pari. I deputati ed i magistrati erano scelti nel patriziato, poichè la società era aristocratica. In fine, spettava al senato l'esercizio di tutti quegli atti che erano la conseguenza della sua condizione di corpo sovrano. Ad indicare siffatte attribuzioni fu fatto maggior uso dell'argomentazione *a priori* per questi Stati particolari che non per la confederazione; ma la ragione si è, che le notizie provenendoci dagli storici delle cose romane, cotesti ci informarono piuttosto, secondo l'occasione, dei rapporti del Lazio con Roma, che del Lazio stesso, ed i rapporti del Lazio con Roma si poggiavano di solito sulla confederazione.

Ciò nonostante è ricordato il senato di Alba per occasione che Mezio Fuffezio, accusato di tradimento dai Romani, ne incolpa il suo senato, e dice di avere operato secondo gli ordini di quello (1). Il senato di Tusculo è ricordato in due occasioni: nella prima, quando esso, per proposizione del dittatore, delibera che si debbano mandare milizie ausiliarie a Roma; e nella seconda, in cui l'intero senato di Tusculo propone il suo dittatore a capo di un'ambasciata da inviarsi a Roma (2).

Oltre il senato, che era composto dei patrizj, non vi ha traccia che vi fosse alcun altro corpo legislativo nelle città latine, e quindi i clienti e la plebe, quanta ve ne fosse, erano esclusi dalla partecipazione all'esercizio della sovranità; e però erano costituiti in condizione gli uni di vassalli, l'altra di suddita, se la prevalenza del vassallaggio, ossia del sistema feudale, non obbligava anche la plebe ad acconciarsi, se non nell'essenza, alle forme feudali.

Milizia.—Da questo stato di rapporti sociali risulta chiaro quale dovesse essere l'ordinamento della milizia. L'esercizio dell'armi, che è uno dei doveri siccome anche dei diritti

(1) Dionys., III, 30.

Quand'anco Alba fosse capitana della confederazione in quei tempi, pare poco verisimile che questo senato fosse composto di elementi federali, anzichè strettamente albani. D'altronde pare che Alba, per discordie federali, fosse stata abbandonata dai rimanenti Latini, e facesse la guerra a Roma colle proprie forze.

(2) Liv. III, 18; VI, 26.

In questi fatti si ha una conferma, se mai abbisognasse, del carattere di magistrato, e quindi non partecipante in alcun modo della sovranità, che si competeva al dittatore.

politici, riflette nel suo ordinamento la natura della costituzione della città, poichè le società civili, nate principalmente per la difesa, costituendosi in ordini civili, si costituirono ad un tempo anche in ordini militari; epperò cotesti ordini militari dovettero portare il carattere che era impresso negli ordini civili. Se le città latine adunque non furono che la riunione delle patriarchie, e queste diventarono per conseguenza le sezioni o le tribù della società civile, conservando ancora un governo proprio, soltanto limitato dall'interesse comune civile, i padri di famiglia delle patriarchie saranno risultati gli ottimati di coteste sezioni o tribù o curie, e quindi anche i capi militari dei clienti o vassalli della loro sezione o tribù. Per tal modo la milizia sarà stata costituita in ordine feudale, e probabilmente anche la plebe, prevalendo il feudalismo, sarà stata ridotta a quell'ordine. La cavalleria quindi, come le diciotto prime centurie di cavalieri in Roma, sarà stata composta degli ottimati, e gli uffiziali della fanteria saranno stati tolti del pari dal ceto di quelli. In quanto all'ordinamento tecnico dell'esercito e de' suoi elementi, Roma, quando entrò nella confederazione e quando se ne fece capitana, potè avere influito a renderlo in quella forma che fosse eguale alla romana.

Magistrati.

Dittatore. — La nobiltà essendosi pienamente impadronita della sovranità dello Stato, il dittatore non era che lo strumento della di lei autorità, e ad un tempo il suo rappresentante immediato. La sua potestà era quindi di magistrato e non di re, come fu di sopra avvertito, contro l'asserzione di Licinio Macro citato da Dionigi (1). Il senato eleggeva il dittatore dal suo seno per un anno. Come la elezione avvenisse non è noto, nè si può pure affermare che la medesima persona potesse essere rieletta a questa carica, poichè il caso di Mezio Fuffezio, che fu tre volte eletto dittatore di Alba, non avvenne secondo la costituzione albana, ma per la influenza di Tullo Ostillio che signoreggiava in Alba (2).

In quanto alle attribuzioni del dittatore debbesi avvertire, che se di sopra, al luogo dei magistrati federali, si fece induzione dalla potestà del dittatore albano per congetturare quella del dittatore latino, ora è lecito di argomentare che le facoltà allora riconosciute nel dittatore albano possano essere somiglianti a quelle del dittatore degli altri Stati particolari latini. Ripetendo adunque ciò che fu superiormente indicato circa ai magistrati federali, il dittatore particolare esercitava, come da prima il re, le funzioni di supremo sacerdote dello Stato, ed eragli attribuita la cura superiore delle cose sacre. Presedeva al senato, dirigeva le sue deliberazioni, ed esercitava il potere giudiziario in quelle cause che non fossero demandate al senato od a' suoi tribunali, ed in modo immediato il potere esecutivo. Vi ha un esempio di atto giudiziario in Ardea, quantunque Livio non adoperi che la parola *magistratus*, eseguito probabilmente dal dittatore in una

(1) V, 74.

(2) Naegelé a ragione (*Studien, etc.*, p. 235, n. 89) stima che le asserzioni degli scrittori antichi intorno alla elezione del dittatore albano, espresse senza un intento, non hanno valore. Per es., Livio (I, 23) e Dionigi (III, 5) raccontano che l'esercito albano elesse Mezio Fuffezio per dittatore, mentre quest'ultimo al capo VII dice in generale, che la patria, ἡ πατρίς, ossia il patriziato, eleggeva il dittatore. Plutarco in *Romolo* asserendo che questo re eleggeva ogni anno il dittatore albano, pare che non avesse di mira che la *magnificazione* del suo eroe.

lite, dove trattavasi di far valere i diritti della potestà materna per rapporto all'assenso di matrimonio contro quelli dei tutori.

Il dittatore rappresentava lo Stato al di fuori, cioè nei rapporti federali, e nei casi d'indipendenza dalla confederazione, anche nelle relazioni estere. Quando rompevasi la guerra, egli compariva talvolta come comandante dell'esercito.

Alcuni dittatori ci sono ricordati dagli scrittori. In Alba occorre un C. Cluilio o Clelio, quantunque non sia mai espressamente nominato dittatore albano; ma la sua dittatura s'inferisce da ciò, che l'immediato suo successore nella carica, Mezio Fuffezio, è nominato dittatore. Catone, parlando di lui, usa queste parole: *Propter bellum cœpit Cluilius Pr. Albanus, oratores misit Romam cum . . .* (1), il qual monogramma fu interpretato per *Prætor*. Di questo uomo niun'altra notizia si ha che possa riguardare la presente trattazione. Mezio Fuffezio è nominato da Livio (2) come l'ultimo dittatore di Alba; ma questo storico lo nomina anche *dux*, sebbene questo nome possa anche significare piuttosto una funzione del momento che una carica permanente.

Appo Dionigi (3) è rappresentato come στρατηγὸς αὐτοκράτωρ, oppure τῆς ἀρχῆς ἀξιωθείς, e la sua carica ἡ μεγίστη ἀρχή. Lorenz (4) cita Polibio (III, 89), il quale, nel confronto della potestà dei consoli romani e del dittatore romano, traduce in greco quest'ultimo magistrato colla denominazione αὐτοκράτωρ στρατηγός, quantunque il dittatore delle antiche città latine, in riguardo alle sue attribuzioni, potesse essere paragonato ai consoli romani.

In Tusculo, Ottavio Mamilio, genero di Tarquinio Superbo, pare che avesse una autorità somigliante a quella del dittatore, benchè in niun luogo trovisi nominato con questo titolo (5). La celebrità della gente Mamilia, la sua origine eroica, gli epiteti dati a Mamilio dagli scrittori confermano questa opinione(6). Livio ricorda di poi per l'anno 294 di Roma espressamente un Lucio Mamilio dittatore di Tusculo (7), e lo chiama *Tusculanus dux*.

Catone (8) rammenta pure di un Lucio Mamilio, ma senza indicazione della sua carica; e Dionigi conferma la testimonianza di Livio in termini non dubbj (9). Qui poi Livio (10) racconta pure di un dittatore Tusculano, il quale nell'anno di Roma 394 fu l'oratore di un'ambasciata di Tusculo avanti il senato romano. Finalmente in Gabj, al tempo che la città fu tradita per opera di Sesto Tarquinio, teneva la suprema carica in pace ed in guerra Antistio Petrone, la quale poteva ben essere quella del dittatore (11).

Pretore. — Nella forma di magistrati supremi dello Stato compajono anche i pretori, e

(1) Origg. ap. Festum, *Oratores*.

(2) I, 23, 27.

(3) III, 5, 28.

(4) *De Dictator.*, p. 11. — Naegelé, p. 236 e segg.

(5) Ciò non esclude che nelle occorrenze di guerra egli non potesse essere nominato pretore federale con Sesto Tarquinio, come fu esposto di sopra.

(6) Liv., I, 49, dice che *is longe princeps latini nominis erat.*

Dionigi, IV, 45 lo rappresenta come τὸν ἐπιφανέστατον ἐκ τοῦ Λατίνων ἔθνους καὶ πλεῖστον ἁπάντων δυνάμενον. ἐδόκει δέ τὰ πολιτικὰ συνετὸς ἐν ὀλίγοις εἶναι, καὶ πολέμους στρατηγεῖν ἱκανός. Cf. V, 5; VI, 4. Qualche cosa di simile suona il passo IV, 47, τον εὐγενέστατόν τε καὶ κράτιστον Λατίνων . . . .

(7) III, 18, 19.

(8) Origg. I (ap. Krause I, 1, p. 106), Prisc., 6, 7, 36. 6, 16, 82.

(9) X, 26, Λεύκιος Μαμίλιος ἀνὴρ ὁρατήριος ἔχων ἐν τῇ πόλει τήν μεγίστην τότε ἀρχήν.

(10) IV, 26.

(11) Dionys., IV, 57 (τὸ πλῆθος) τὸν ἐπιφανέστατον τῶν Γαβίων Ἀντίστιον Πετρῶνα ὠνόμασεν, ὃς εν εἰρήνῃ τε πολλὰ καὶ σπουδαῖα πολιτευόμενος καὶ στρατηγίας δε πολλὰς τετελεκώς, ἐπιφανέστατος ἁπάντων ἐγεγόνει.

pretore sarebbe stato pur nominato quel Cluilio che mandò oratori a Roma *ad res repetendas*, se il monogramma *Pr* nel testo di Catone soprariferito fosse bene interpretato in *prætor*. A Lavinio è pur collocato un pretore nominato Milionio da Livio (1), il quale nell' ultima guerra della confederazione contro a Roma (an. 415), appena uscite le milizie da Lavinio per unirsi agli altri confederati, intesa la disfatta latina, fecele ritirare in città, e pronunziò quelle parole: *Pro paullula via magnam mercedem Romanis esse solvendam.*

La linea di confine che separa queste due magistrature non è ben segnata, perchè talvolta le loro attribuzioni mostransi identiche, e perchè gli scrittori hanno promiscuamente adoperato diverse denominazioni ad indicare la carica coperta dalla medesima persona (2). Questa identità di attribuzioni e promiscuità di nomi ha per avventura suggerito a Lorenz la congettura, che quella carica che in una città nominavasi *dittatura*, in altra si chiamasse *pretura*. Ma Nägelé confutando Lorenz (3), con ragioni che sarebbe qui soverchio di riferire, sostituisce altre sue congetture, cioè che, decretatasi la guerra dal senato, fosse eletto un pretore come capitano, il quale od a canto del dittatore (che riducevasi per ciò alla suprema magistratura della pace) governasse la guerra, e tutto ciò che ne dipendeva, come trattati, armistizj, paci e somiglianti; o venisse in luogo del dittatore, il quale per tutto il tempo della guerra rimanesse sospeso dalla sua carica. In tale questione non si può prescindere dal tener conto di queste stesse cariche di carattere federale, sicchè le cariche della confederazione, del medesimo nome che quelle degli Stati particolari, assai probabilmente riflettevano la medesima indole di attribuzioni. Intanto fu osservato che, come nel campo federale così anche nel particolare, il dittatore ed i pretori non mai compajono contemporaneamente sulla scena politica. Di poi, se il dittatore fa sagrifizj, dedica tempj, raduna concilj, senato, comanda le armi, i pretori non mai compajono che nelle cose di guerra; e se talvolta radunano concilj o senato, non lo fanno che per faccende di guerra, o per cose che potevano riuscire a guerra. Il non trovarsi ricordate le due cariche nel medesimo tempo e nel medesimo campo dà qualche appiglio ad inferire che esse reciprocamente si escludessero. Forse nei primi tempi la medesima magistratura poteva parere bastante per tutte le funzioni di pace e di guerra; in seguito l'esperienza avrebbe per avventura insegnato che nelle urgenze di guerra fosse mestieri di una nuova forma di magistratura. Ma non pare che la medesima persona si trasmutasse di dittatore in pretore, poichè non essendo possibile questa trasmutazione perfetta nella confederazione, dove il dittatore era uno ed i pretori erano due, non sembra a cose pari, senza notizia di altre cause, che gli uomini deviassero dall'istinto della analogia per tenere negli Stati particolari, in cose eguali, un ordine diverso da quello osservato nella confederazione. Di poi pare anche cosa più naturale che, creandosi per una nuova specie di affari una speciale magistratura, si cercasse anche l'uomo speciale a coprirla. Il governo diventava essenzialmente militare, poichè la guerra era divenuta il supremo negozio dello Stato, epperò, come fu già congetturato di sopra al luogo dei pretori federali, la dittatura, riducendosi nel fondo della scena poli-

(1) VIII, 11.
(2) Nägelé, pag. 241 e segg.
(3) Nägelé, p. 40 e segg

tica nell'esercizio delle faccende ordinarie di religione e di amministrazione, avrà lasciato alla sola pretura la materia straordinaria di guerra, che era quella che soleva comparire nella storia; ma con ciò anche avrà ridotte le sue funzioni in forma subordinata ai bisogni di guerra e pace. La continuazione della dittatura latina per le cose sacre anche dopo l'estinzione della confederazione politica, la dittatura nei municipj romani del Lazio, siccome quella di T. Annio Milone a Lanuvio (1), danno qualche sostegno alla probabilità che avesse potuto sussistere la dittatura anche insieme colla pretura militare, pur negli Stati particolari del Lazio. Altri magistrati minori non sono indicati dagli storici, se non vogliansi ricordare i littori, agenti d'immediata esecuzione, che si dice fossero del pari nell'antico Lazio.

Consuetudine. — Legislazione.

Le diverse città latine avevano una consuetudine o legislazione propria per le loro transazioni civili, poichè, al tempo che i Latini facevano parte del sistema romano, quelli tra essi che adottavano le leggi romane di diritto privato, ricevevano una speciale denominazione, ed erano detti *fundi facti*. Da ciò è lecito di congetturare che anche nella materia criminale avessero istituzioni distinte.

A questo proposito degli ordinamenti civili si può notare, che nella famiglia latina era lasciata maggior autorità alla madre che non in Roma (2). La differenza di diritto privato tra Roma ed il Lazio potè derivare da diverse cause, ma di preferenza dagli elementi non latini che si sarebbero insinuati negli ordini romani, e da quelle circostanze che permisero a Roma di prendere una posizione politica speciale in rapporto al Lazio, le quali insieme forse determinarono distinti atteggiamenti di diritto pubblico. Ma distinguendosi per questo aspetto da Roma, sembra però che i Latini, ubbidendo a circostanze fisiche somiglianti, e trovandosi in eguali rapporti sociali, avessero come per naturale conseguenza stabilita tra loro una uniformità nella consuetudine e nella susseguente legislazione, siccome fu già per congettura accennato nel ragionare dei rapporti federali.

Terre suddite. — Le città o gli Stati latini sovrani avevano anche un territorio suddito; la qual cosa doveva naturalmente succedere se lo Stato aristocratico aveva clienti e plebe, i quali, massime i primi, dovevano anche in parte abitare alla campagna per coltivare, come clienti o vassalli rustici, le terre dei patroni o signori. Questo territorio poteva essere il terreno posseduto distintamente dalle singole famiglie aristocratiche o patriarcali, le quali, riunitesi da poi in un centro a formare la città aristocratica, tenevano ad un tempo questi fondi come loro possesso; e questi possessi furono per avventura le tribù rustiche locali, ed insieme il territorio delle tribù genealogiche delle singole città. Ma a questo territorio proprio primitivo delle singole città poterono aggiungersi di altri per le conquiste, e gli scrittori, in effetto, raccontano delle più grandi e più potenti città, siccome

(1) Cic., *pro Milone X:* — *Quod erat dictator Lanuvii Milo.*

(2) Liv., IV, 9, per il caso già citato di Ardea circa l'assenso materno al matrimonio della figlia. — Cicer., *pro Balbo*, VIII. — Heineccius, *Antiquitatum Romanarum Syntagma*, ed. Mühlenbruch. Francofurti ad Mœnum, 1841, p. 291, 92.

di Preneste, di Tivoli, di Alba Lunga, che mediante le conquiste si assoggettarono le piccole città delle terre circonvicine (1).

Non si può arguire in quali rapporti di dipendenza stessero queste terre sottomesse alla città vincitrice; se fossero nei termini in cui erano le colonie romane od i municipj romani con Roma: ma non pare improbabile che gli abitanti di queste città fossero obbligati al servizio militare verso lo Stato sovrano, che non partecipassero al suo governo, e che non fossero rappresentati all' assemblea federale ed alle ferie latine, se non per mezzo dei deputati dello Stato sovrano.

Questo rapporto di suddittanza è espresso dagli scrittori col nome di *ditio*. Così Livio (2) narra che otto castella stavano sotto la signoria dei Prenestini, e che coteste terre nell'anno 395 di Roma furono ad una ad una prese d'assalto dai Romani. Appo lo stesso storico trovasi, come i Romani prendessero Empolo ai Tiburtini nell' anno 400 di Roma, e Sassula nel 401, e come le rimanenti terre dei Tiburtini avrebbero soggiaciuto alla stessa sorte, se l'intero popolo di Tivoli non avesse spontaneamente deposte le armi.

Toccando delle terre suddite di Alba Lunga vorrebbe risorgere la questione delle trenta colonie albane; ma superiormente fu già dimostrato che cosa si debba intendere di coteste colonie. Certamente che Alba Lunga ebbe un territorio suddito, e forse più esteso che quello delle altre città; ma questo territorio poteva essere composto di quel terreno che era dei beni fondi delle sue famiglie signorili e di quelle altre città che furono a lei assoggettate, a quella stessa foggia che Preneste e Tivoli si ebbero acquistate le proprie.

Dopo il discorso dello Stato vorrebbesi ora discendere nella famiglia, per conoscere quell'elemento, che è la molecola della società, e determina per la sua costituzione anche i rapporti sociali; ma le notizie positive mancano a questo argomento, nè vi si potrebbe supplire se non nell' argomentazione *a priori*, e coll'analogia della famiglia romana. *A priori* si potrebbe forse asserire che, essendo la società civile ancora nei tempi primitivi, la famiglia manteneva un carattere patriarcale: la potestà del padre vi era assoluta, la donna tenuta in condizione subalterna (3); ed essendo questa società in forma aristocratica, la famiglia avrà compreso ancora in quei tempi una classe inferiore, cioè di clienti o vassalli o servi. La sostanza economica, ossia il patrimonio, dovea essere nella famiglia superiore, cioè nei padroni; i clienti o vassalli avranno coltivato il terreno sotto a certe condizioni di censo e di usufrutto più o meno ristrette. La religione, che era tenuta nella parte superiore della famiglia, era esercitata dal capo, e sanciva tutti i rapporti domestici, e dava loro per tal modo il carattere del diritto divino. Le famiglie potevano rimanere riunite o riunirsi, secondo il loro stipite, per diversi gruppi, costituendo sezioni e sotto-sezioni della società civile, o città, assumendo per avventura, come in Roma, il nome di tribù, di curie e di genti. Cotesti gruppi poterono avere il loro governo ed il loro culto proprio, i quali saranno stati, come nella famiglia, interi sino a che la causa comune civile o la patria non avrà avuto interesse o necessità d'intromettere

(1) Naegelé, p. 245 e segg.

(2) VI, 29, *Octo præterea oppida erant sub ditione Prænestinorum.* VII, 18, 19. *Empulum eo anno ex Tiburtibus captum.... Sassula ex his urbs capta: cæteraque oppida eandem fortunam habuissent, etc.*

(3) Avvertasi però all'autorità materna, che sembra superiore alla romana, come manifestasi nel caso di assenso al matrimonio riferito da Livio, IV, 9.

la sua autorità. Così, p. e., l'eredità potrà essere stata vincolata a certe leggi di diritto pubblico, se le famiglie, considerate come enti politici costituenti la forza della città, avranno dovuto mantenersi in una certa proporzione di forze economiche. Non occorre di avvertire che in queste città aristocratiche era dalla parte superiore della famiglia che si traevano gli agenti nella società civile.

Tale poteva essere stata la famiglia latina ne' suoi rapporti aristocratici; ma l'andare più oltre nei particolari, argomentando per analogia dalla famiglia romana, pare di preoccupare troppo una materia, che deve essere riservata alla storia propria del diritto romano.

Dalle cose finora esposte risulta adunque che la società latina era aristocratica. Potè nascere a canto al patriziato una plebe, per più di un rapporto simile alla romana; le conquiste fatte dalle singole città del Lazio, anche reciprocamente, poterono costituire una parte della popolazione in condizione di suddita dei diversi Stati; pare eziandio che il costume romano di fare condizioni miti ai vinti, loro lasciando parte de' beni fondi, fosse antica costumanza latina; anche la classe dei clienti, che in un concetto generale può tenersi in condizione di suddita, forse andò sottraendosi dalla immediata supremazia dei suoi rispettivi patroni o signori, per dipendere soltanto dalla potestà civile, e così costituivasi pure in condizione di plebe o di suddita: ma questa plebe delle città latine in nessun luogo si trova che prendesse parte alla sovranità del proprio Stato o della intera confederazione. Pare che ad essa non fosse riserbato che l'esercizio dei diritti civili, e di quei diritti politici che non involgessero l'esercizio della sovranità.

Questa plebe però, così composta di coltivatori, di artigiani ed anche di possessori di terreni, non sempre rimase contenta a questa condizione. Livio racconta (1) che in Ardea i plebei, nell'anno 312 di Roma, vennero a sanguinose lotte coi patrizj, in seguito delle quali, i primi, cacciati dalla città, strettamente l'assediavano, finchè per l'intervento romano, con confische e con supplizj, la lotta ebbe fine.

Di altri elementi che potrebbero esprimere indirettamente l'idea del diritto.

Religione. — Fra gli elementi capaci di esprimere indirettamente l'idea del diritto, il sistema religioso di un popolo, anche oltre quella parte che costituisce direttamente il diritto divino, è certamente il principale. Ma se questo sistema è noto nella sua interezza, per ciò solo non può essere tratto a somministrare adeguatamente le notizie in questione, se non esaminandolo in tutta la sua coordinazione e nei suoi attributi. Per questa causa, la religione romana, della quale si hanno tali notizie da formarsene un concetto bastevolmente intero, non potrebbe essere adoperata a quest'uopo, se non nel modo ora accennato. Ma il panteon romano accenna di essere così comune col latino, che questo non potrebbe essere preso in esame senza preoccupare la trattazione di quello. Perciò egli pare che sia da differirne il discorso al luogo della società romana. Ciò nonostante si può qui rammentare quello che fu già raccontato nelle *Società Sabino-Osche* circa alla

(1) Liv., IV, 9, 10, distingue gli artigiani, *opifices*, dai plebei; ma l'essenza politica di queste due specie di uomini doveva essere la medesima, se gli artigiani dopo la espulsione dei plebei da Ardea abbandonarono del pari la città.

dea Feronia, che aveva culto in quella società e nel Lazio, e principalmente a Terracina; e con ciò vuolsi fare richiamo, nel rapporto del diritto, al costume dell' emancipazione degli schiavi che praticavasi nelle feste di quella dea. Ma forse anco un' altra idea può qui essere espressa in anticipazione, ed è quella delle vittime umane, che negli antichissimi tempi del Lazio si ha sentore che fossero offerte nelle feste del Laziare (1).

Questo rito abbraccia tutto un sistema, o piuttosto tutto il concetto dell'espiazione, e sembra rivelare un profondo sentimento nell' uomo della severità della giustizia divina, siccome della gravità della colpa da riparare. Tradotta questa espiazione in tesi generale, si potrebbe credere che fosse la manifestazione del sentimento umano, che il principio che produce le male azioni degli uomini dovesse essere riparato col sagrifizio dell' uomo. Se non che, considerando la preallegata espiazione nei tempi in cui soleva avvenire, soccorre un'altra idea, ed è, che gli uomini, nelle religioni da loro immaginate, foggiandosi il cielo ad imitazione della loro terra, in tempi di costumi barbarissimi si crearono anche le divinità crudeli, epperò le fecero esorabili coi sagrifizj di quell'uomo di cui prodigavano la morte nelle loro costumanze atroci. Così in tempi meno barbari una siffatta espiazione parve un' atrocità, e fu abolita.

In quanto alle lettere ed alle altre manifestazioni della mente, accennanti idee giuridiche che siano di produzione propriamente latina e non romana, non se ne ha traccia. Tuttavolta, se è vero che in Ardea si mirassero dipinti di qualche merito in età assai remota, potrebbe forse supporsi anche una corrispondente letteratura, perchè farebbe meraviglia che lo spirito umano fosse tanto eccitato da uscire in manifestazioni artistiche, e che le medesime facoltà non avessero avuto stimolo da prorompere in corrispondenti produzioni letterarie. Ad ogni modo, le poesie cicliche che si vanno scoprendo nell' infanzia delle società dei popoli, a misura che l' investigazione storica penetra nei recessi delle prime forme sociali, potevano pure trovarsi nel Lazio, ed in esse potevano pure discernersi i concetti che i popoli latini si formavano della società e delle sue transazioni.

Ma il pensiero giuridico che si manifesta per tutte le altre forme, perchè è nella coscienza del popolo, si rende evidente di preferenza nella sua moralità. Ciò non ostante esso non suole apparire nella storia che per alcuni fatti straordinarj od irregolari. I fatti della storia latina per la più parte hanno ancora il velo dei miti quando si spiegano in azioni eminenti; e quando questo velo cade, rivelano pur non di rado che la forza violava il diritto, che talvolta era ricevuta in cambio di quello, e che il successo era tenuto per suo fondamento.

Ma questi traviamenti, in quanto erano anche nell' opinione, fu accennato superiormente come potevano nascere nelle menti degli uomini primitivi. Ciò nonostante, se è vero che gli uomini si trovano alla fin fine nella società civile per un sentimento di giustizia, cioè per stabilire e praticare senza reciproca lesione e senza reciproco impedimento tutti quei modi di essere e quelle azioni che sono conformi alla loro natura di esseri intelligenti e morali; se questa giustizia, anche dove non sia avvertita, è pure ne' suoi grandi principj implicitamente sentita dall' uomo in ogni stadio della sua vita

(1) Pag. 279. — Klausen, *Æneas und die Penaten*. T. II, p. 797.

storica: si vorrebbe fare stima che quella vita delle società latine, passata sotto silenzio quando pure ne poteva rimanere memoria, potrebbe presumersi che sia stata vissuta in generale conforme a giustizia, se la storia, massime di quei tempi, non soleva avvertire, circa alla moralità, che le azioni fuori del comune e fuori di regola, e se la vita di giustizia è vita di regola. Questa vita, rappresentata nei costumi regolari, indusse quei principj di giustizia che dovettero trovarsi nelle consuetudini e nelle leggi latine, affinchè quelle società potessero stare; e per i rapporti internazionali, a malgrado dei traviamenti sopraccennati, fece emergere l'ordine dei Feziali.

Di altre Società del Lazio distinte dalla Latina.

Oltre alla latina vi furono nel Lazio altre società, che erano di stirpe umbro-sabellica. I Volsci, che appartenevano a questa stirpe e tennero una parte del Lazio antico, come fu già accennato, parteciparono in qualche frazione, come popoli individuali, alla società latina; ma il maggior corpo della nazione costituì una società distinta in forma federale, ed appartenne alla società sabino-osca. Gli Ernici in quella vece e gli Equi formarono proprie distinte società nel Lazio.

Degli Ernici è noto che facessero centro in Anagnia, e che si reggessero in federazione. Livio ricorda un consiglio di quasi tutti i popoli ernici in questa città, in cui fu dichiarata guerra ai Romani (1). Gli Equi vivevano politicamente allo stesso modo. Questi popoli, e gli Ernici specialmante, stavano per avventura in costante alleanza coi Latini, ma non in federazione, perchè non prendevano parte alle ferie latine. Essi durarono nella loro esistenza politica anche dopo la estinzione della lega latina. Gli Ernici, in effetto, soltanto intorno all'anno 447 di Roma, dopo la guerra succennata, riuscita infelice, si diedero ai Romani. Gli Equi protrassero di poco la loro esistenza, poichè nell'anno 449 di Roma, in una guerra coi Romani, fu il nome degli Equi quasi del tutto distrutto (*nomenque Æquorum prope ad interruetionem deletum*).

Oltre a questi cenni non vi ha alcuna altra cosa che si possa asserire circa agli ordinamenti delle società di questi popoli, che non debba essere indotta per una argomentazione generica *a priori*, o per analogia dalla società latina: il che non aggiungendo alcuna notizia positiva per lo scopo storico della presente questione, può essere omesso senza difetto della sua trattazione.

Ricapitolazione.

Così sarebbe vissuto il popolo latino. Esso reggevasi nella patriarchia quando era ancora indistinto nella famiglia ariana, quando se n'era separato nel ramo europeo, quando viveva nel lignaggio greco-italico, e verosimilmente anche nei primi tempi in Italia, allorchè era già distinto dall'altra stirpe sorella degli Umbro-Sabelli. In queste migrazioni e stazioni esso accenna alla vita agricola, allorchè soggiornava in Europa: ad un maggiore sviluppo di questa vita, mentre conviveva colla stirpe greca; e conseguen-

(1) IX, 42, 43.

temente fa supporre una maggiore complicazione di rapporti economici e sociali in queste diverse convivenze. È lecito anche di congetturare, che, a rendere possibili le migrazioni, esso si costituisse in qualche confederazione accidentale. Ma la sua vita civile non cominciò che dopo ch' ei si fu stanziato in Italia. Quivi verosimilmente si pose sopra un' altra popolazione, che forse era di famiglia turanica, ed era dei Liguri, da cui per avventura si formò clienti o famuli. Le patriarchie che reggevano questi rapporti si riunirono a formare la città, e nella città le patriarchie furono le tribù, le curie o le genti. I loro possedimenti di territorio rappresentarono ad un tempo le tribù locali e le genealogiche. L'autorità comune non governava in sulle prime che i rapporti generali; le faccende particolari delle tribù reggevansi probabilmente col governo *tribale*, tanto che collo sviluppo successivo degli ordini civili si pervenne ad un governo civile diretto sopra tutte le parti della società. Il governo civile, che derivava dalle patriarchie, derivava pur da esse la natura della sua autorità. Il padre di famiglia che governava la casa, il patriarca che reggeva la tribù col diritto divino, consegnavano la medesima potestà all' autorità comune della città. I deputati della parte signorile delle famiglie o tribù formavano i senati od i consigli governativi della città; ma se le città furono unite o fondate da un eroe, questi fondò anche una casa regnante, e temperò l' aristocrazia dei senati. La città fondata a difesa si ordinò come un esercito, che in tempo di pace si governava e si amministrava, in tempo di guerra combatteva. Gli ottimati furono i condottieri e gli uffiziali dei loro clienti o famuli, i quali, riuniti in diversi corpi, costituivano la milizia dello Stato, ed il capo civile la comandava.

Quando venne meno l'opinione della natura eroica dei dinasti, si fece vivo l'elemento aristocratico, si costituì l' aristocrazia, ed il capo dello Stato fu un magistrato.

I popoli latini, procedenti per avventura da Alba, che potè essere la prima loro posata, dispersi da poi per diversi centri, sentivano però la loro comune origine nella religione, nelle tradizioni, nella lingua, nei costumi, onde intrattennero tra loro dei rapporti di ospizio, di commercio e di connubio. Questi rapporti li movevano ad unirsi in un qualche vincolo; il bisogno di una comune difesa ne li determinò. Ma non potendo raccogliersi in un centro materiale, si riunirono in un centro morale, cioè in una confederazione.

Alba si ebbe da prima la capitananza di questa confederazione, ma da poi che essa cadde, i deputati degli Stati latini, che solevano essere trenta, radunandosi alla fonte dell' acqua Ferentina, coi riti della religione deliberavano in un concilio ordinario o straordinario intorno alla cosa comune. Questo concilio così composto, e deliberando per sè senza altra approvazione, aveva il carattere di un corpo aristocratico, e lo doveva essere, se gli elementi federali erano tali. Quivi ordinavansi i rapporti dei singoli Stati tra loro, e per la vita interna federale specialmente venivano sanciti quelli dell' ospizio, del commercio e del connubio, mediante l'ordine della ricuperazione. E poichè lo scopo principale della federazione si fu la difesa, quivi di preferenza deliberavasi intorno alla guerra, alla pace ed alle alleanze. Eleggevansi i magistrati federali, tra i quali il dittatore emergeva da prima come il capo della federazione; nel seguito furono nominati anche i pretori come magistrati plenipotenziarj di guerra e pace. La milizia federale che radunavasi per la guerra, risultava della contribuzione delle milizie degli Stati particolari.

Ma la confederazione non era così unita, che rappresentasse nelle relazioni estere un corpo solo. Era lecito ai singoli Stati il fare guerra e pace da sè, e guerra federale non era che quella che era decretata dal concilio. Nelle relazioni estere i Latini facevano uso di un ordine religioso detto dei Feziali, mediante i quali solevano dimandare le riparazioni delle offese ai popoli stranieri che li avessero lesi, ed in caso di rifiuto, loro intimavano la guerra. Il carattere del loro diritto delle genti era adunque ricuperatorio, di difesa e non di assalto: donde sorge l'idea, che i Latini con questo ordine implicitamente riconoscessero nei popoli esteri una condizione di esistenza per sè, che non doveva essere lesa, e quindi un diritto delle genti naturale.

Di questa confederazione Roma non faceva parte ne' suoi primi tempi; adoperò di parteciparvi nel seguito, e sotto Servio Tullo realmente divenne federata. Da prima essa non era che un singolo Stato federale, da poi si pose come equipollente a tutta la confederazione, e ne prese in mano la egemonia. Tra la tolleranza e la resistenza a questa supremazia i Latini trassero innanzi, finchè parendo ad essi di non più sopportarla, si misero a negarla: ma il tempo era già troppo tardo, ed in una guerra mortale le loro forze furono annientate, la confederazione politica fu sciolta, ed essi, con condizioni diverse, furono assoggettati a Roma.

Con ciò sarebbe conchiuso il discorso intorno alla Società Latina, il quale fu lungo certamente, ed in diversi suoi particolari, riempiuto per induzioni piuttosto che con notizie positive. Un valente scrittore di cose italiche, di cui in questo lavoro ed in altri mi sono giovato, e il quale sta ora pubblicando una storia romana, ha dato pure in essa un cenno ma brevissimo della società latina, e di seguito ha creduto di aggiungere queste parole (1):

« Questi lineamenti generali dovrebbero bastare: ogni tentativo di tirare le linee più precisamente, renderebbe falsa l'immagine. Il diverso processo, con cui gli atomi politici più antichi, con cui le tribù poterono essersi accostate od allontanate (cercate o fuggite) nel Lazio, è passato senza testimonj idonei a riferirlo; e deve quindi bastare di stabilire una cosa sola e permanente, che esse non sagrificarono veramente la loro individualità in un centro comune, ma fomentarono ed accrebbero il sentimento della coerenza nazionale, e con ciò prepararono il progresso dal particolarissimo cantonale, con cui ogni storia di un popolo deve cominciare e comincia, all'unità nazionale, con cui ogni storia di un popolo finisce od almeno dovrebbe finire. »

(1) Mommsen Theodor., *Römische Geschichte*. 2.te Auflage. Berlin, 1856, 1, Bd. p. 40:

« Diese allgemeinen Umrisse müssen genügen: ein jeder Versuch die Linien schärfer zu ziehen würde das Bild nur verfälschen. Das mannigfache Spiel, wie die ältesten politischen Atome, die Gaue sich in Latium gesucht und geflohen haben mögen, ist ohne berichtfähige Zeugen vorübergegangen, und es muss genügen das Eine und Bleibende darin festzuhalten, dass sie in einem gemeinschaftlichen Mittelpunct zwar nicht ihre Einheitlichkeit aufgaben, aber doch das Gefühl der nationalen Zusammengehörigkeit hegten und steigerten und damit den Fortschritt vorbereiteten von dem cantonalen Particularismus, mit dem jede Volksgeschicte anheben muss und anhebt, zu der nationalen Einigung, mit dem jede Volksgeschichte endigt oder doch endigen sollte. »

Furono certamente adoperate alcune definizioni precise per rappresentare certi atteggiamenti sociali in tempi assai rimoti, dove mancavano i testimonj della storia, e noi abbiamo avvertita questa condizione della questione; ma si riscontrarono eziandio certe traccie irrefragabili di fatti, che permisero l'induzione di altri fatti o come cause o come effetti. Occorsero qui di tali cose, che non si sapevano, ma potevano essere affermate come necessità politiche. Se questi fatti adunque danno appiglio a qualche induzione, l'investigazione per entro alla prima formazione delle società civili non pare opera superflua per sorprendere o rintracciare il pensiero giuridico in tutte le sue modificazioni, e massimamente in quello stadio in cui si presenta più spontaneo e come verginale.

OPERE PUBBLICATE

DALL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VENDIBILI IN MILANO PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA DE' CLASSICI ITALIANI

(Contr. di S. Margherita)

I prezzi sono in lire austriache e in monete sonanti.

Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano. — Bologna, 1806-13, vol. 6 in-4.° con tavole in rame. Lir. 60.

Memorie dell'I. R. Istituto del Regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1819-38, vol. 8 in-4.° con tavole in rame. Lir. 80.

Memorie dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1843, 1846, 1854 e 1856. Vol. 1.°, 2.°, 4.°, 5.° e 6.°, con tavole in rame e litografate. Lir. 75.

Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1841-47. Vol. 1-8 in-8.° Lir. 30.

Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo e Biblioteca Italiana. Milano, 1852-57. Tomi 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.° 8.° e 9.°, in-4.° Lir. 96. 60.

Collezione degli Atti delle solenni distribuzioni de' premj d'industria fatte in Milano ed in Venezia dall'anno 1806 al 1857. — Milano-Venezia, 1824-57. Tomo I all'VIII, in-8.° Lir. 32.

BREISLAK Scipione. Descrizione geologica della provincia di Milano. — Milano, 1822, in-8.° con carta topografica. Lir. 8.

ROSINA Gaetano. Memoria sulle stoviglie fabbricate con terre del regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1822, in-8.° Lir. 1.

PIOLA Gabrio. Sull'applicazione dei principj della Meccanica analitica del Lagrange ai principali problemi. — Memoria premiata. — Milano, 1825, in-4.° Lir. 2. 80.

— Elogio di Bonaventura Cavalieri, recitato in occasione del VI Congresso scientifico italiano. Con note, postille matematiche, ec. — Milano, 1844, un volume in-4.°, con tavole in rame e litografiche. Lir. 2.

VISMARA Giuseppe. Della cementazione e della fusione dell'acciajo. — Milano 1828, in-8.°, con una tavola in rame. Lir. 1.

SORMANI Napoleone Massimiliano. Monografia sulle morti repentine. Memoria premiata. — Milano, 1834, in-8.° Lir. 3.

FERRARIO Giuseppe. Statistica delle morti improvise, e particolarmente delle morti per apoplessia nella città e nel circondario esterno di Milano dall'anno 1780 al 1834. — Milano, 1834. in-8.° Lir. 4.

STRADIVARI Cesare. Sulla educazione dei bachi da seta e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata. — Milano, 1841, in-8.° Lir. 2.

MERLINI Giovanni. Sulla costruzione dei tetti degli edifiej, tanto di genere umile quanto di genere grandioso, inteso l'argomento nel senso scientifico e tecnologico. — Milano, 1842. in-8.° con 4 tavole in rame. Lir. 2.

RESTELLI Francesco. Dell'influenza delle associazioni industriali e commerciali sulla prosperità pubblica, e dei più congrui mezzi per tutelarle. Memoria premiata. — Milano, 1845, in-8.° Lir. 2.

MEGUSCHER Francesco. Memoria premiata in risposta al quesito: Additare la migliore e più facile maniera per rimettere i boschi nelle montagne diboschite dell'alta Lombardia, e per conservarli e profittarne. — Milano, 1847, in 8.°, di pag. 414. Lir. 3.

NAVA e SELMI. Sul caglio vitellino. Memorie premiate pel concorso Cagnola del 1857. — Milano. in-8.° Lir. 2.

Rapporti sulla malattia dell'uva negli anni 1852-56. Fascicoli 8 a Cent. 50 cadauno.

Rapporto sull'annata bacologica 1856. Cent. 50.

Riassunto dei lavori della Commissione sulla malattia dell'uva. — Milano. 1858. Cent. 25.

CONTIENE:

Rossi. — La Società Latina . . . . . Pag. 265

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli Associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società Tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali.

Pubblicato il 18 agosto 1858.

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOL. VII. — FASC. VI.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1858

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa ªL. 20, da pagarsi anticipate.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli Associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società Tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali

SULL' EDIFIZIO MAGISTRALE MILANESE

PER LA DISPENSA DELLE ACQUE D'IRRIGAZIONE.

MEMORIA

DI

CARLO POSSENTI

Letta nella tornata del 10 giugno 1858.

Art. 1. Fra le questioni interessanti d'idrometria è da annoverarsi quella della dispensa delle acque a mezzo delle bocche di derivazione.

Qualsiasi nuovo studio su questo argomento non può però ottenere che limitati vantaggi di pratica applicazione, imperocchè gli è tolto ogni possibilità di emendare gli errori delle derivazioni già in corso, i quali, per la teorica dei fatti compiuti e per gli effetti legali della prescrizione e dell'usucapione, hanno acquistato il diritto di perpetua conservazione.

Gli è perciò che nell'alta Italia, ove ebbe culla l'arte della dispensa delle acque ed ove i foronomisti spinsero l'applicazione della loro teorica fin oltre i limiti di sua applicabilità, non è raro il caso di vedere bocche di derivazione, che non hanno altri elementi fissi fuorchè una soglia orizzontale e due lati verticali, e che sono quindi capaci di dar esito a portate disparatissime al variare degli altri elementi influenti, lasciati all'arbitrio della natura e dell'uomo.

Ma nei paesi, come la Lombardia, il basso Piemonte e molte parti di Francia, in cui l'irrigazione può estendersi, e va anco mano mano estendendosi, può sempre farsi luogo all'utile applicazione di tutti i nuovi perfezionamenti introducibili nelle più o meno viete pratiche di dispensa d'acqua, sicchè anco gli studj a tale scopo diretti ponno sempre trovare utili applicazioni a' casi futuri, e da questo lato ponno ancora presentare il carattere d'opportunità.

Art. 2. La Società Italiana delle scienze, l'anno 1812, mossa probabilmente da siffatta vista, pose a concorso un premio per la migliore soluzione del quesito: « Quale tra le pratiche usate in Italia per la dispensa delle acque è la più conveniente, e quali precauzioni ed artifizj dovrebbero aggiungersi per interamente perfezionarla, riducendo le antiche alle nuove misure (metriche) ».

Concorsero al premio due distintissimi matematici ed idraulici: il Brunacci ed il Tadini: e fu coronata la soluzione del primo, la quale vedevasi redatta appunto nella mira d'evadere alla lettera del programma; mentre il Tadini, dopo d'avere spiegato un ardito

volo nelle nubi della meccanica analitica, ridiscese bensì a terra per studiare il quesito pratico, ma, in luogo di occuparsi di quello proposto dalla dotta Società, rispose a tutt'altro, ed a quello che, secondo lui e secondo me, sarebbe stato il più opportuno a proporsi, e che presso a poco potrebbe così formolarsi:

« Quali siano i pregi ed i difetti delle varie pratiche usate in Italia per la dispensa delle acque; se fra esse ve ne sia alcuna che soddisfaccia al suo scopo; ed ove no: se sia possibile introdurvi miglioramenti sufficienti a raggiungerlo; avendo pur riguardo di adattarla al nuovo sistema metrico; e, qualora nessuna di esse fosse riconosciuta capace d'essere portata a perfezione, proporre una nuova pratica, atta ad ottenere lo scopo medesimo ».

Art. 3. Il Brunacci (1), dopo d'aver descritte le varie pratiche usate in Italia, e d'aver fissati i caratteri e le condizioni a cui deve, in suo senso, soddisfare una pratica di dispensa d'acqua per esser giusta, conchiuse, al § 161, *che la migliore di tutte è la Milanese,* e che a perfezionarla nel senso voluto dal programma bastava

1.° stabilire presso la cateratta un idrometro che con pochi e facili segni indicasse tosto ai custodi il mezzo di porre la bocca a battente nei diversi stati permanenti del pelo d'acqua del canale dispensatore;

2.° non far bocche d'oltre otto once d'acqua; ed ove occorresse una dispensa maggiore, suddividerla in due o più bocche accollate, secondo la descrizione ch'egli esibisce;

3.° sostituire alle misure del braccio milanese delle varie parti dell'edifizio delle bocche magistrali milanesi, le misure metriche, col ragguaglio d'un mezzo decimetro per ogni oncia del suddetto braccio.

Art. 4. Ora, che la pratica milanese sia migliore d'ogni altra, è fuor di dubbio; ma è altresì fuor di dubbio, come procurerò di provarlo, che il suo merito si limita ad essere di tutte la meno imperfetta, e che, a raggiungere lo scopo avuto in mira dalla Società Italiana delle scienze, di *interamente perfezionarla,* occorrono ben altre che le tre precauzioni proposte dal Brunacci.

Non posso poi passar sotto silenzio, che, quantunque il lavoro dell'illustre matematico vada ricco di utilissime notizie di fatti, ed abbia dato occasione al suo autore di trattare sotto un nuovo ed interessante punto di vista pratico la teorica de' vasi divisi da diaframmi (2), pure esso trascorre troppo leggermente sulla parte essenziale, che riguarda le portate delle bocche magistrali milanesi in circostanze normali, mentre la sola prova della loro proporzionalità ai loro valori nominali può imprimere a questa pratica la proprietà caratteristica di dispensar l'acqua a giusta misura.

Art. 5. Enumera egli al § 87 undici proprietà che debbono avere le bocche d'erogazione per fornire giuste dispense, ed al § 88 altri sei caratteri o pregi degli edifizj delle bocche stesse perchè possano dirsi perfetti; e, passando a rassegna le pratiche veronese, cremonese e milanese, trova che quest'ultima possiede, se non interamente, per lo meno nella massima parte, tanto le proprietà quanto i pregi della perfetta pratica.

Se non che, in questa rassegna, non tutte le prove recate dall'autore sulla esistenza delle undici condizioni del § 87 e de' sei pregi del § 88 sono concludenti e ineccepibili, oltrechè alcune di quelle stesse condizioni, quantunque ammesse per teoricamente vere, lasciano gravi dubbj sulla loro applicabilità al caso delle bocche d'erogazione.

(1) *Quale tra le pratiche....* Mem. premiata. Verona, 1814. — (2) Op. sud., sez. II, capo I.

Art. 6. Sono fra queste ultime la III, « che in ogni vaso siavi lo stesso rapporto tra l'area del foro e l'area del supremo livello », condizione però che l'autore non crede necessaria, se non in quanto « l'area del foro sia più d' $\frac{1}{20}$ di quella del supremo livello della vasca ».

Ora, nulla di più certo che nella pratica milanese, sebbene non esista la costanza di rapporto fra le aree sopra indicate, si verifica però il caso della relativa riserva (3). Ma questa importante condizione, quale si trova espressa colle parole dell'autore, e quale risulta dalla applicazione della teorica del moto lineare agli efflussi dalle luci aperte nelle pareti dei vasi, non può in pratica essere applicabile che agli efflussi dai fori aperti sul fondo o nelle pareti di vasi prismatici mantenuti a livello costante da un afflusso all'altezza del livello stesso. Scopo di essa è, che la velocità dell'acqua nel vaso, la di cui altezza equivalente diventa un'aggiunta di battente, sia, o costante, come avviene nel caso d'invariabilità di rapporti fra le aree suddette; o trascurabile, come nel caso che un tal rapporto sia minore d'$\frac{1}{20}$.

Ma nella vasca parallelepipeda, o tromba coperta, della bocca milanese, le direzioni dei varj movimenti dell'acqua seguono prossimamente nel senso dell'asse orizzontale della tromba, e sono quindi perpendicolari alla direzione seguita dai moti che avvengono nel vaso sopra supposto; e l'afflusso, invece di aver luogo presso il livello supremo, ha luogo sul fondo della parete opposta a quella in cui trovasi la luce del modulo, e così l'acqua scorre nella tromba dall'una all'altra delle suddette pareti. Le sezioni pertanto, che sono a paragonarsi coll'area della luce, non possono essere le orizzontali della tromba, sia perchè nullo è il loro moto verticale, sia perchè, per ipotesi, nessuna pressione estranea dovrebbe agire alla superficie oltre l'atmosferica, che si elide da sè medesima; ma bensì le verticali parallele alle pareti medesime, che sono le vere sezioni normali alla direttrice del moto dell'acqua nella tromba, moto influente per far crescere l'efflusso.

Considerando le cose sotto quest'aspetto, è evidente che la III condizione non è più soddisfatta, giacchè il rapporto della sezione corrente nella tromba a quella della luce, oltre al non essere costante per le varie bocche, ha valori non trascurabili, mentre è $\frac{6}{91} = \frac{1}{15,17}$ per la bocca d'un'oncia, e $\frac{6}{28} = \frac{1}{4,67}$ per quella d'once 10 (4).

Dal che si vede che le differenti misure di velocità che ha l'acqua nella tromba, devono produrre variabili incrementi di velocità negli efflussi delle bocche di vario *onciato*, anco indipendentemente dall'azione diretta del più o meno violento afflusso dell'acqua nella tromba stessa per di sotto della cateratta.

Art. 7. Dissi che fra le prove di sussistenza di altre delle condizioni del § 87, alcune sono insufficienti, ed altre molto eccepibili: esaminiamo, p. e., quelle della VI. « che

---

(3) Infatti nella bocca di n once, le due aree, in once quadrate, sono: pel foro $12n$, e per la superficie suprema dell'acqua nella tromba coperta $360n + 1200$; laonde il rapporto delle due aree è $\frac{1}{30 + \frac{100}{n}}$, il quale in ogni caso è sempre minore d'$\frac{1}{2}$.

(4) Le aree delle sezioni parallele della luce e della tromba, per una bocca d'once n, sono rispettivamente $12n$, e $14(3n + 10)$; quindi il loro rapporto è

$$\frac{12n}{14(3n+10)} = \frac{1}{3,5 + \frac{11,67}{n}};$$

nella qual ultima espressione, fatta $n = 1$ ed $n = 10$, si ottengono le due frazioni

$$\frac{6}{91} \quad \frac{1}{15,17}, \quad \text{e} \quad \frac{6}{28} \quad \frac{1}{4,67}.$$

ugualmente tranquilla od ugualmente agitata sia l'acqua tanto alla superficie e nell'interno d'un vaso, quanto alla superficie e nell'interno d'un altro ».

Il ch. autore (5), mentre in questa parte trova la pratica cremonese preferibile alla milanese per la molto maggior lunghezza della sua tromba, pure, rispetto a questa, asserisce, che il piano acclive, o le once otto di base del modulo sul fondo orizzontale, e più d'ogni altro il carico di 14 once d'acqua sulla soglia della bocca d'afflusso, e finalmente il cielo morto, sono artifizj più che sufficienti, unitamente alle dimensioni della tromba, per estinguere ogni movimento dell'acqua in prossimità al modulo; sicchè quivi si può considerare come stagnante, e l'efflusso come dovuto alla sola pressione del battente: il che dice riconoscibile alla semplice ispezione oculare del tranquillissimo stato del pelo d'acqua dietro la cateratta, ove appunto si misura il battente.

Ora, siccome pochi potrebbero ammettere quest'ultima asserzione (6), è evidente che tutte le altre sono gratuite. Ove poi si rifletta alle molteplici quantità di forza viva che può avere l'acqua affluente nella tromba, la di cui velocità in talun caso può esser dovuta ad un'altezza di pochi punti, ed in qualche altro a quella perfino di 15 o 16 once; come pure alle notabili differenze di rapporti fra i valori nominali delle bocche e le masse di fluido esistenti nelle trombe; rapporti che nelle bocche di una e di dieci once variano come 13 : 4 (7), talchè, mentre la bocca d'un'oncia dispone d'una massa d'acqua come 13 per estinguere la forza viva dell'afflusso, quella di dieci non ne ha disponibile più di 4 per estinguerne altrettanta: si troveranno ragionevolissimi i dubbj di molti idraulici, sia sull'insufficienza degli artifizj della pratica milanese ad estinguere, in tutti i casi possibili, ogni effetto dell'urto dell'afflusso, sia sull'insufficienza d'estinguerne tanta parte, in modo che i residui siano capaci di produrre identici incrementi di velocità d'efflusso.

Art. 8. Pone il Brunacci per IX condizione « che lo sgorgo dell'acqua dai fori si faccia ugualmente nell'aria e sia ugualmente libero od ugualmente impedito, incontrando qualche ostacolo molto vicino al foro ».

A provare che sussiste anche questa condizione, osserva (8), che l'allargamento d'once 2 per parte all'incile e di 5 per parte allo sbocco della tromba scoperta, l'oncia di salto dalla soglia del modulo al piano della medesima, e l'oncia di pendenza di detto piano, insieme ad un successivo salto d'un'oncia da detto piano alla roggia, il qual ultimo salto per altro non fa parte delle prescrizioni della bocca magistrale milanese, bastano a render libero l'efflusso, giacchè, dice l'autore, « dopo il salto di queste tre once non vi può esser dubbio che una maggiore o minor pendenza della roggia produca qualche effetto sulla quantità dell'acqua da estrarsi ».

---

(5) Op. cit., § 100.

(6) È un fatto, che la superficie libera dell'acqua nella specola de' battenti non è mai stagnante; e come essere lo potrebbe se sotto di essa freme lo sgorgo violento dell'afflusso, a tal che, quando vi s'immerge l'asta per misurare l'altezza dell'acqua nella tromba, sebbene la si tenga con forza contro lo spigolo d'un angolo, è spesso trascinata dalla violenza dei gorghi sul fondo? E il Tadini giustamente notò, che questa superficie ha spesse volte un movimento assai vivo di vibrazione e di vortice (op. cit., alla nota 33, art. 105).

(7) I volumi d'acqua esistenti nelle trombe di una e di dieci once stanno fra loro come le larghezze delle rispettive trombe, supposte di fondo orizzontale, e quindi come 13:40; mentre per essere proporzionali alle rispettive portate, dovrebbero essere come 13:130; dunque, a parità di portata, i due volumi sono come 130:40; ossia come 13:4.

(8) Brunacci. Ivi

In questa opinione conviene anche il ch. prof. Venturoli (9), ma per poter persuadersi della sua verità sarebbe duopo di poter provare alcuna delle seguenti circostanze:

1.° Che la falda d'acqua corrente nella tromba scoperta non si eleva d'alcun che superiormente alla soglia della bocca. Ora è di fatto che, non solo essa si eleva oltre quel limite, ma che per dipiù le elevazioni crescono al crescere della portata, pel motivo che le larghezze della tromba scoperta, e quindi quelle della falda stessa, non crescono proporzionalmente alle portate medesime.

Questo difetto, già avvertito pel primo dal Barattieri (10), viene negato dal Brunacci (11), pel motivo che le once due di risalto della tromba, oltre i lati verticali del modulo, bastano ad impedire che la vena s'attacchi alle pareti ed esca a gola piena, come avviene coi tubi addizionali; ma è agevole lo scorgere, che ciò non risponde per nulla alla vera causale per cui il Barattieri tacciò di difettosa questa parte della pratica milanese (12).

2.° Che l'elevazione oltre la soglia del modulo, di parte della sezione d'acqua corrente nella tromba scoperta, non ha veruna influenza per menomare la velocità, dovuta al carico esistente sulla corrispondente porzione della sezione del modulo stesso.

Ora è noto dalle molte esperienze dell'idrodinamica, che, per conservare all'acqua uscente dalle luci delle cateratte, nelle brevi gore intermedie ad esse ed alle ruote idrauliche, la velocità competente al rispettivo carico sui centri delle luci stesse, occorre di dare a quelle gore la pendenza d'$\frac{1}{30}$ almeno (13), la quale è tre volte e mezzo circa quella della tromba scoperta; dunque si può con certezza asserire che la velocità dell'acqua corrente in detta tromba è minore di quella dovuta al carico sul centro, e molto più di quella dovuta al carico sul lembo inferiore della luce; e, ciò essendo, l'impedimento diviene di necessità; perchè chi, stando dinanzi, corre meno di chi gli sta ai talloni, può bensì essere obbligato ad affrettarsi dalle spinte che riceve da chi l'incalza, ma anche questi non può a meno di non venir impedito nel pieno sviluppo della propria velocità.

È noto d'altronde, che ricevendo l'efflusso delle luci aperte nei vasi sopra piani resistenti, posti a piccole distanze dai fori, gli efflussi stessi subiscono sensibili diminuzioni (14). Nulla dunque di più plausibile che il piano resistente della tromba scoperta.

---

(9) *Elementi d'idraulica*, art. 552.

(10) « Cosa che non segue con buona proporzione delle quantità », così il Barattieri nella sua *Architettura d'acqua*, parte II, lib. I, cap. III.

(11) Op. cit., nota al § 109.

(12) Oltrechè il motivo è per sè stesso inesatto, giacchè la presenza di brevi canali superiormente aperti e in prosecuzione dei lati stessi degli orifizj, anzichè accrescere gli efflussi, come fanno i brevi tubi addizionali, li diminuisce sensibilmente, come risulta dalla lunga serie d'esperienze fatte da Lesbros a Metz dal 1827 al 1834, e pubblicate nel tom. XIII, an. 1852 delle *Memorie* degli scienziati stranieri dell'Accademia di Francia.

(13) Poncelet, *Mémoires hydrauliques sur les roues à aubes courbes*. Metz, art. 59. Ciò dicasi pei casi contemplati da Poncelet, nei quali la contrazione interna è soppressa sopra tre lati; ma ben più grande è l'effetto delle docce esterne delle luci per menomare l'efflusso quando l'interna contrazione è completa, mentre gli esperimenti 1241-42 di Lesbros, riportati alla tav. XIII della Mem. cit. alla nota precedente, provano che in tal caso perfino una doccia lunga 0,74, inclinata d'$^1/_5$, influisce per diminuire l'efflusso.

(14) Hachette oppose all'efflusso verticale d'un foro circolare di 20^{mm} di diametro, che impiegava 10′, 21″ ad abbassare il livello di sei decimetri, la faccia piana d'un ostacolo, e trovò che, per abbassarne il livello della stessa misura, abbisognarono tempi diversi per distanze diverse, e cioè:

distanze dall'ostacolo				
128^{mm}	80^{mm}	50^{mm}	24^{mm}	4^{mm}
tempi impiegati				
10′. 21″	10′. 25″	10′. 26″	11′. 13″	15′. 54″

(*Traité élémentaire des machines*, pag. 93.)

situato a soli 5 centimetri dal lembo inferiore della luce, possa reagire per inerzia contro la vena che lo urta, diminuendone la velocità e quindi l'efflusso.

A togliere poi ogni incertezza a questo proposito, abbiamo ora le accurate esperienze di Poncelet e Lesbros sugli efflussi dai fori accompagnati da canali aperti, riferite da varj autori, e fra gli altri dal Colombani a pagine 30 e 31 dell'eccellente suo *Manuale d'idrodinamica*.

Il caso della bocca milanese per le dimensioni della luce è interpolabile fra le esperienze della tavola a pagina 31, fatte con luci alte $0^m,20$ e con battenti di $0^m,14$ e di $0^m,02$; e per le ligure, è medio dei quattro efflussi *a*, *b*, *e*, *f* della pagina 30. Calcolando su questi dati il coefficiente di riduzione, lo si troverebbe 0,538 in luogo di 0,599, che vedremo essere quello della luce stessa a libera caduta. Il canale dunque diminuisce la portata di $\frac{61}{599} = 0{,}102$, ossia d'$\frac{1}{10}$ circa. E si noti che i suddetti coefficienti non variarono punto coll'inclinare il canale d'$\frac{1}{100}$, mentre l'inclinazione della tromba scoperta è d'$\frac{1}{108}$; e che la lunghezza del canale esperimentato era di 3^m, mentre quella di detta tromba è di metri 5,35, la qual maggior lunghezza può ben compensare l'oncia di salto, che non esisteva nel canale suddetto (15).

Non sussistendo pertanto nè la libera caduta dell'efflusso, nè la capacità della tromba di elidere ogni effetto di rigurgito, dovrebbe la pratica milanese soddisfare alla seconda parte del primo periodo della IX condizione, ossia offrire *uno sgorgo ugualmente impedito;* ma argomentando *a priori,* neppur questa condizione sarebbe soddisfatta, pel motivo sopraccennato parlando della prima delle due circostanze, e che forma il soggetto del rimprovero fatto dal Barattieri a questa pratica. Vedremo però in seguito, che i fatti dimostrerebbero il contrario, forse pel motivo che l'allargamento imbutiforme della tromba scoperta, a fronte della velocità e della direzione dell'efflusso, è di poco sussidio tanto nelle maggiori che nelle minori bocche.

Art. 9. Fra le sei proprietà o pregi della perfetta pratica di dispensa d'acqua enumerate al § 88, l'autore pone per V, « che col crescere l'apertura della bocca onde avere il doppio o triplo, ec. dell'acqua, si possa esser certissimi di aver ottenuto l'intento ».

Dall'esame della pratica milanese sotto questo rapporto, egli trova che la stessa non soddisfa pienamente per due motivi, e cioè:

1.° Perchè l'acqua uscendo dai fori soffre una resistenza, dovuta all'attrito del loro contorno, siccome ammisero anche Castelli, Guglielmini, Poleni, Bossut ed altri; e poichè i contorni e le aree delle luci dei moduli non sono punto fra loro proporzionali, ma

(15) È singolare che nell'estesissima opera di Lesbros, che occupa tutto il tomo XIII delle *Memorie dell'Accademia di Francia*, citata alla nota (12), e nella quale si riferiscono tanto le esperienze fatte da Poncelet e dall'autore in comune, negli anni 1827 e 1828; quanto quelle fatte dal solo Lesbros gli anni 1829, 1831 e 1834, fra le quali ve ne sono 664 di efflusso per orifizj seguiti da canali aperti orizzontali ed inclinati; non vi si trovino quelle fatte con docce di sezioni diverse da quelle degli orifizj tanto di fondo orizzontale quanto di inclinato $^1/_{100}$, riferite dal Colombani e dal Morin, e per primo dal D'Aubuisson (*Hydrodin.*), che asserisce avergliele comunicate lo stesso Poncelet. Fra le esperienze di Lesbros poi, vi sono le 1246, 1247 alla tav. XIII, eseguite con luce in lastra sottile, di $0^m,20$ per $0^m,20$, coi lati verticali distanti $0^m,02$ dalle pareti, e colla soglia a livello del fondo e battente $0^m,1083$, e con doccia lunga $2^m,25$ a fondo orizzontale, ma depresso $0^m,05$ sotto la soglia della luce, il cui effetto per minorare l'efflusso, riuscì minore di quello della doccia con fondo a livello della soglia medesima (Art. 262). Ad onta di ciò però la diminuzione, anche per questo caso, raggiunse $^1/_{10}$.

i primi crescono in una ragione minore delle seconde, così minore deve essere la resistenza delle grandi luci a fronte di quella delle piccole. In appoggio poi alle sperienze di Bossut, il Brunacci ammette che, se il contorno cresce d'una metà di quanto cresce la sezione, la diminuzione di resistenza dell'attrito fa crescere la portata di $\frac{5}{1000}$, e che quando cresce solo di un quarto, la portata cresce di $\frac{6}{1000}$; onde conclude, che, attesa la piccola influenza di questa causa, potrà bastare per la pratica il limitare le portate delle bocche a non oltre once otto d'acqua (16);

2.° Perchè l'ampiezza delle trajettorie della contrazione laterale della vena ha un limite *a certa distanza dai labbri*, oltre il quale la spinta laterale dell'acqua non ha più azione sensibile, « onde per questo conto (conchiude col Lecchi (17)) *è maggiore la proporzione della parte impedita al tutto nelle luci grandi che nelle piccole* (18) ».

Art. 10. Senza negare la possibilità di sussistenza della prima delle due ipotesi, che pure è negata da varj autori (19), mi limiterò a far riflettere, che crescendo la sezione del foro aperto sul fondo d'un vaso, va crescendo necessariamente anco la velocità di discesa del fluido nel vaso stesso, onde l'acqua entra nel gorgo dell'efflusso con una velocità iniziale, maggiore per le maggiori, e minore per le minori sezioni dei fori; velocità che, come già dissi (art. 6), aumenta l'efflusso oltre il dovuto al carico, e lo aumenta di più nelle maggiori che non nelle minori sezioni dei fori. Gli effetti di questa causa essendo della stessa natura di quelli producibili dall'attrito del contorno, qualora sussista in fatto che il contorno diminuisca l'efflusso proporzionalmente al rapporto fra il suo sviluppo e l'area della luce, non è possibile il determinare la porzione di essi dovuta al solo contorno, avuto specialmente riguardo alla loro tenuità, se non sia conosciuta quella dovuta alla velocità di discesa del fluido nel vaso in prossimità al gorgo dell'efflusso, e nella direzione di questo.

Ora, per poter riconoscere con certezza se l'ipotesi di Bossut, accettata dal Brunacci, sia ammissibile, e per potere, ove sussista, valutarne gli effetti, sarebbe duopo di sottoporre a confronto le erogazioni di luci praticabili sul fondo d'un vaso, le quali avessero tutte la stessa superficie ma differenti contorni; dal quale stato di cose si trovano ben lungi le esperienze di Bossut citate dal Brunacci (20).

Se non che, di esperienze eseguite in tali circostanze non mancano gli esempj, avendo l'Hachette cimentate appunto luci circolari, ellittiche, triangolari, poligone e mistilinee d'ugual superficie e sotto la stessa carica, senza poter riconoscere veruna differenza sensibile di dispensa dalle une alle altre, fuorchè nei casi di figure ad angoli rientranti (21).

Art. 11. Se la seconda ipotesi dell'invariabilità dell'ampiezza delle trajettorie della contrazione laterale, e delle conseguenti contrazioni minori nelle grandi luci a paragone delle piccole, sussistesse senza circostanze attenuanti e come enunciarono il Lecchi ed il Brunacci, chi non vede quanta essere ne potrebbe l'influenza per aumentare gli efflussi in maggior proporzione delle sezioni? Eppure, in onta a ciò, il Brunacci si limita

(16) Brunacci, op. cit., §§ 106 e 108.

(17) Ivi, § 109.

(18) Lecchi, *Idrostatica esaminata ne'suoi principj*, pag. 387.

(19) « È, come si vede, la vecchia questione, quella cioè di sapere se la diminuzione di portata dovuta alla contrazione, sia proporzionale alla sezione od al perimetro della vena ». (Colombani, *Giornale dell'Ing. Arch.*, aprile, 1858, pag. 172.)

(20) Op. cit., § 142.

(21) Hachette, *Traité élémentaire des machines*, § 108 e pag. 85.

ad accennare questa circostanza, senza accompagnarla con tutte quelle osservazioni che potevano valere ad eliminarne, od almeno ad attenuarne gli effetti; e con questo silenzio lascerebbe il lettore nel fondato sospetto che, da questo lato, la pratica milanese fosse assolutamente inattendibile.

Ma l'ipotesi di Brunacci e di Lecchi sarebbe ormai dimostrata insussistente dalle numerose esperienze di cui in oggi va ricca l'idraulica, e dall'analisi che il Poncelet ebbe a fare di tutte quelle degli esperimentatori che lo precedettero, le quali tutte gli permisero di dare, siccome un fatto incontestabile, che i coefficienti di riduzione della portata teorica dei fori rettangolari con lati verticali, per ottenerne la effettiva, sono sensibilmente indipendenti dalla misura assoluta dei lati maggiori degli stessi orifizj, quando siano costanti quelle dei lati minori e le cariche (22), e quando i lati delle luci siano sufficientemente distanti dalle pareti della vasca; e siccome l'ingrandimento delle bocche si fa coll'ingrandirne la larghezza, tenendo costante l'altezza ed il battente, così si può ritenere pienamente comprovato dalle esperienze, che la contrazione delle bocche maggiori non può esser inferiore a quelle delle minori.

La qual sentenza del Poncelet è tanto più attendibile nel caso delle bocche d'erogazione, in quanto che le sue esperienze, eseguite su vasta scala, versarono sopra luci di ampie dimensioni, applicate alle pareti d'una conserva, la di cui sezione era assai grande, sicchè la velocità iniziale era affatto trascurabile; mentre in tutte le esperienze fatte con vasi più o meno grandi da tutti i foronomisti, le velocità iniziali dell'acqua non erano nè trascurabili nè proporzionali alle ampiezze degli orifizj esperimentati (23).

Art. 12. Sul grave argomento della portata della bocca milanese il Brunacci si limita alle risultanze d'un esperimento eseguito dal De-Regi sopra una bocca d'un'oncia magistrale (24), che gli avrebbe dato uno sgorgo di *circa* 32 brente milanesi (25) in un minuto primo (26); e poichè il Brunacci credette che il De-Regi avvertisse che la luce fosse un pochino mancante in larghezza (27), ne trasse la conseguenza, che la portata effettiva della bocca d'un'oncia magistrale deve essere di qualche poco maggiore di brente 32 (28).

---

(22) *Expériences hydrauliques sur les lois de l'écoulement de l'eau à travers les orifices rectangulaires verticaux à grands dimensions, entreprises à Metz par MM.* Poncelet *et* Lesbros (*Mémoires des savants*, imprimés par ordre de l'Institut de France. Scienc. math. et phys., Tom. III, 1832, art. 185 e 189). Vedi anche la nota (45).

(23) Gli esperimenti di Lesbros, con luci alte $0^m,02$, aventi $0^m,20$ di carico sul centro, e larghe $0^m,02$, $0^m,20$ e $0^m,60$, somministrarono rispettivamente i tre coefficienti di riduzione 0,648, 0,650 e 0,636. Ora se sussistesse l'eccezione dell'invariabilità d'ampiezza delle trajettorie della contrazione laterale, è evidente che alla luce di larghezza $0^m,02$ dovrebbe competere un coefficiente assai minore di quella larga $0^m,60$, mentre l'esperienza all'opposto la somministrò maggiore d'$^1/_{53}$. — Lesbros, *Exp. hydr.*, tav. XXIX e XXXII.

(24) De Regi, *Tavola parabolica*, cap. XI, pagine 67 e 68.

(25) « Per quello che si potè riconoscere da quell'acqua che ancor mancava per riempiere il vaso », il qual vaso è dichiarato « atto a contenere misure o brente trentatre e mezza *incirca* d'acqua ». (De Regi, ivi.)

(26) Misurato dal « contare i colpi che davano le palettine del fuso o asta del tempo d'un orologio da saccoccia urtando nei denti della ruota serpentina, perchè si sapeva per osservazione, che cento colpi *incirca* equivalevano ad un minuto d'ora ». (Ivi.) Vedi poi altre maggiori cause d'errori a pag. 280 dell'opera di Bruschetti *Sull'irrigazione del Milanese*.

(27) Io non trovai altra avvertenza in proposito, fuorchè quella della nota (1) del De Regi, che è la seguente: « e il perimetro del foro scolpito nella lastra di ferro per cui passava l'acqua era men largo d'una mezza linea francese », ciò che, a parer mio, significa che la grossezza della lastra era meno di mezza linea, e non già che la larghezza difettasse di mezza linea.

(28) Brunacci, op. cit., § 129.

Questo esperimento che, oltre all'essere stato fatto in circostanze totalmente diverse da quelle in cui trovasi l'edilizio completo della bocca magistrale, di cui l'unica parte che esisteva era la luce, e questa pure in sottil lastra di ferro, venne poi eseguito così rozzamente in tutti quanti i suoi dettagli, da non poter meritarsi in alcun modo l'onore d'esser preso a base d'una parte così importante dell'argomento impreso a trattarsi da un sì distinto scienziato qual era il Brunacci.

Che ne avvenne? Ciò che avvenne a tanti altri preclari uomini, che, per una forza direi d'istinto, illusero sè stessi ed i lettori, costringendo ora la teoria a mettersi d'accordo con fatti creduti veri, ora i fatti veri a porsi d'accordo con ipotesi teoriche.

Partì quindi il Brunacci (29) da due dati ricavati dalle esperienze di Bossut, di Michelotti e di Poleni, e cioè: 1.° che il coefficiente di riduzione per le luci in lastre sottili, sgorganti liberamente nell'aria per effetto della sola pressione, può ritenersi di $\frac{5}{8} = 0{,}625$: 2° che il coefficiente stesso per le luci accompagnate da tubi addizionali dello stesso diametro e lunghi due diametri circa è di $\frac{13}{16} = 0{,}8125$. E poichè la bocca milanese è scolpita in un lastrone grosso 4 once (come per equivoco dell'ingegnere Bernardino Ferrari (30) ritenne anche il Brunacci, mentre non lo è che di 3, sebbene si diano non poche eccezioni di grossezze d'once 4 nelle bocche dei navigli), così il suo coefficiente potrà ritenersi del valore medio di quelli dei due casi sopra contemplati, ossia $\frac{23}{32} = 0{,}71875$, il qual valore somministra la portata di m. c. 2,4847, ossia di brente milanesi 32,8 al minuto primo; soddisfacendo così egregiamente all'esperimento del De-Regi, avuto anco riguardo alla circostanza che la luce impiegata difettava un tantino di larghezza!

Sulle quali illazioni mi limiterò ad osservare, che se il coefficiente $\frac{23}{32}$ soddisfa alla condizione della grossezza d'once 4 della luce, come avviene che vada d'accordo coll'esperimento assunto per base, il quale fu eseguito con luce in lastra sottile, a cui conviene il coefficiente $\frac{5}{8}$?

Art. 13. Paragonando il Brunacci l'artifizio del cielo morto della pratica milanese (31), alle tavole galleggianti sulla superficie dei liquidi che si trasportano entro gran vasi, dichiara tale artifizio uno *stupendissimo ritrovato* per calmare le agitazioni dell'acqua nella tromba. Si vedrà altrove qual giudizio dà il Tadini di questa parte della pratica milanese, più atta ad occultare le agitazioni che a distruggerne i cattivi effetti; e qui mi limiterò ad osservare, che il cielo morto non è altrimenti galleggiante, ma fisso e murato in tre delle pareti, fin contro la lastra in cui è scolpito il modulo.

Nella nota al § 96 Brunacci fece osservare quanto sia riuscito utile il suo trovato di collocare, poco a valle delle portine de' sostegni, un diaframma costituito da un robusto tavolato largo quanto la vasca, che permette il passaggio delle barche sul suo lembo superiore, e quello dell'acqua nella vasca sotto l'inferiore. E difatti questo suo artifizio è ormai divenuto una delle parti integranti d'ogni fabbrica di sostegni, ed ottiene l'utile effetto di mantenere tranquilla l'acqua nella vasca in cui è situata la barca.

A calmare pertanto le agitazioni del liquido nella tromba potrebbe tornare assai più opportuno del cielo morto lo stesso artifizio suggerito dal Brunacci, od altro analogo, come proverò nel proporre un nuovo sistema di dispensa; laonde fu alquanto precipitata

(29) Op. cit., §§ 114 e 130.
(30) *Opuscoli scelti*, tom. II.
(31) Op. cit., § 100, nota (1).

quella sentenza: « così niuno perfezionamento riceverebbe la pratica milanese se, tra la cateratta nella sponda dell'acquedotto dispensatore ed il modulo della bocca, vi fosse un'altra cateratta (32) », giacchè, se l'apposizione d'un'altra cateratta a nulla potrebbe giovare per menomare le variazioni del battente della luce al sopravvenire di variazioni nel pelo del canale dispensatore, come lo provò forse pel primo il Brunacci con nuovo sviluppo della teorica dell'efflusso dai vasi divisi da diaframmi, potrebbe invece essere assai giovevole per estinguere la forza viva dell'afflusso, e per mantener tranquilla l'acqua contro la luce, senza indurre alcuno dei dubbj che si elevarono dal Tadini contro il cielo morto.

Art. 14. Il Tadini, tenendo una via diametralmente opposta al Brunacci, dichiara difettosissime ed inattendibili tutte le pratiche di dispensa d'acqua in uso in Italia, ed occupandosi specialmente della milanese, siccome di quella che viene comunemente ammessa per irreprensibile, le rimprovera una filza d'errori, e senza scendere a calcoli ed a discussioni sui loro effetti, la sentenzia insensata e sciocca in tutte le sue parti (33); e quindi dedica quasi tutta la seconda parte della sua Memoria (la prima è tutta matematica) a descrivere, discutere, calcolare ed esperimentare il suo nuovo sistema di dispensa, da lui appellato *Regolatore a piena doccia.*

I difetti che il Tadini rimprovera alla pratica milanese sono i seguenti: (34)

1.° Non essere le dimensioni del modulo e del suo battente, atte a somministrare efflussi uguali, o per lo meno in un rapporto semplicissimo e costante coll'area della luce.

2.° Non farsi lo sgorgo della vena a *gola piena,* ed aver quindi la vena stessa sezioni diverse di quelle delle luci, e diverse fra loro in ciascun punto del suo asse.

3.° Non cadere essa liberamente nell'aria, ma esserne impedito il libero sgorgo dalla presenza della tromba scoperta.

4.° L'esistenza del cielo morto, rigido e murato fin contro il piano della luce, che, non lasciando libera la massima parte della superficie, può esercitare su di essa pressioni indipendenti dal battente, accrescendo l'effetto di questi: — dal che conchiude, che il cielo morto sembra espressamente fatto perchè non si possa mai esser certi del vero battente.

5.° Esser troppo breve, ed in genere troppo angusto il bottino, talchè il fluido in esso esistente non basta ad estinguere tutta quanta la velocità d'ingresso per la luce della cateratta; e l'acqua che presentasi al modulo, mantiene tuttora porzione di quella velocità, a maggior incremento di quella dovuta al battente.

6.° Finalmente, essere facoltativo agli estraenti di sostituire il fondo acclive per once otto al fondo orizzontale, ciò che accresce l'angustia del bottino ed i suoi effetti; e, quel che è più, forma imbuto alla vena sgorgante, impedendole la contrazione sul lembo inferiore.

Art. 15. Ora, quanto al 1.° difetto, è evidente essere piuttosto una mancanza di pregio che non un difetto di massima, bastando, per un giusto artifizio di dispensa d'acqua, che sia sempre possibile ed agevole di conservare o mettere tutte le sue parti in istato

(32) Brunacci, op. cit., § 140.

(33) *Del movimento e della misura delle acque correnti.* Memoria inserita nel tom. II della Nuova raccolta d'autori che trattano del moto delle acque. Annotazione VIII, pag. 298.

(34) Ivi, part. II, capo V.

normale, e che quando esse sono in tale stato, la bocca unitaria tramandi sempre la stessa quantità d'acqua, e che le bocche maggiori e minori eroghino esatti multipli e submultipli di tale unità, quanti sono quelli della larghezza del loro modulo, rapporto alla larghezza dell'unitario. E difatti, quando queste condizioni siano soddisfatte, basterà riconoscere, con esatte esperienze, la portata della bocca unitaria, perchè sia tosto nota la quantità assoluta d'acqua erogabile con qualsiasi luce.

Ciò posto, è evidente che queste condizioni possono essere soddisfatte:

1.° Quand'anco l'efflusso facciasi a vena più o meno contratta, purchè la quantità di contrazione possa ritenersi identica in tutte le bocche: bastando all'uopo costanza di battente, di altezza e di grossezza delle luci, e di distanza fra queste e le pareti della tromba, giacchè il coefficiente di riduzione si mantiene costante per qualsivoglia forma e larghezza delle bocche, almeno entro i limiti occorrenti per la dispensa delle acque, come fu provato da Hachette e da Poncelet, e come ammette pur anco il Tadini (35).

2.° Quand'anco l'efflusso non segua liberamente nell'aria, ma sia impedito da un canale successivo, purchè l'impedimento produca sempre effetti identici, ossia valga sempre a togliere ad una data e costante velocità, una data e costante porzione di essa in tutte le bocche di qualsiasi portata; o, come dice il Brunacci nella sua condizione IX. « purchè lo sgorgo sia sempre ugualmente impedito ».

3.° Quand'anco l'acqua che si accosta al gorgo della vena effluente abbia una velocità iniziale qualunque, sia che questa proceda dagli urti che riceve l'acqua nel bottino dalla vena affluente sotto la cateratta, sia che proceda dalle angustie del bottino relativamente alla luce, o da ambe queste cause, purchè anche una tale velocità sia costante in tutte le bocche.

Laonde anche i difetti 2.°, 3.° e 5.° non potrebbero dirsi difetti di massima, se non in quanto, non soddisfacendo alle suindicate condizioni, fossero valevoli a produrre diverse finali velocità d'efflusso pel modulo delle bocche di portate diverse; e però a provare che i suddetti tre difetti, dal Tadini rimproverati alla pratica milanese, sono realmente radicali e di massima, e non semplici difetti di pregi non indispensabili, era duopo che il Tadini provasse che nella pratica medesima non sono adempiute le suddette tre condizioni.

Art. 17. È però di fatto che due almeno di esse non sono soddisfatte nell'edifizio magistrale milanese. Non lo è quella della costanza d'impedimento all'efflusso, per quanto almeno si può argomentare *a priori*, come fece il Barattieri, pel motivo cioè che le sezioni della tromba scoperta non sono proporzionali alle grandezze dei moduli, la qual mancanza di proporzione dovrebbe far sì che la lama d'acqua in essa tromba corrente non possa conservar sempre la stessa altezza e la stessa velocità per tutte le bocche, e che quindi il modulo non sia sempre rigurgitato alla stessa altezza da un'acqua dotata sempre della stessa velocità, e non possa quindi mantener sempre la stessa velocità d'efflusso.

Non lo è poi quella della costanza di velocità iniziale del fluido nella tromba coperta presso il gorgo dell'efflusso, per due motivi: il 1.°, per la mancanza di proporzione fra le

(35) Tadini, Mem. cit., cap. IX, art. 157.

sezioni dell'acqua fluente nelle trombe di diverse portate, e quelle dei moduli corrispondenti, in forza della quale l'acqua non può fluire in esse con velocità costante, ma deve accelerare nelle bocche maggiori, perchè la sezione della corrente cresce in proporzione minore di quella del modulo; il 2.°, per le differenze d'altezza del pelo del canale dispensatore sulla soglia d'ingresso, per le quali, potendo il battente attivo della luce d'afflusso variare da 1 ad 80 centimetri, è chiaro che le velocità d'afflusso nelle trombe, ed anche nella stessa tromba, ponno variare come 1 : 9; per lo che, per quanto si possa supporre energica la resistenza che incontra un tale afflusso contro il fluido esistente nella tromba e contro il cielo morto, nessuno giammai potrà capacitarsi che valga ad estinguerne tutta la forza viva per tutte le contingibili altezze d'acqua sulla soglia, il quale scopo poi, attesa la variabilità del pelo del canale dispensatore, non sarebbe neppur ottenibile colla sola proporzionalità delle sezioni di cui sopra, sebbene questa fosse per diminuire d'assai la quantità d'alterazione producibile da questa causa.

Art. 18. Debbo però far riflettere, che le due mancanze di proporzionalità fra le sezioni correnti nelle due trombe e quelle delle luci dei moduli, dovrebbero cagionare effetti fra loro opposti, cioè accelerazione e ritardamento d'efflusso, crescenti al crescere dell'ampiezza delle bocche, sebbene il fatto dimostri poi che il ritardamento è costante; ma se potesse anco seguire il caso, che il compenso riuscisse integrale, io credo col Tadini, senza spingere però le esigenze al punto a cui egli le spinge, che ciò non basterebbe a fare scomparire i due difetti, perchè non basta che la dispensa sia giusta, ma fa d'uopo anco che la sua giustezza sia tale da essere agevolmente riconoscibile alla semplice oculare ispezione degli interessati, senza obbligarli a dover credere *in verbo magistri*, od a dovere ciecamente abbandonarsi alla fede della pubblica amministrazione; per lo che io credo parimente essere indispensabile di rendere le larghezze delle due trombe proporzionali a quelle delle corrispondenti bocche.

Art. 19. Siccome però questa modificazione non toglierebbe che in parte l'altro difetto delle differenze d'azione della vena affluente sul moto del liquido nella tromba, vicino al gorgo della effluente dal modulo, così sarebbe pur d'uopo, ad ottenere che la dispensa non subisse alterazioni per qualsiasi altezza di pelo del canale dispensatore sulla soglia della bocca d'afflusso, di far sì che in tutte le bocche, comunque situate rispetto a quel pelo, e per tutti gli stati d'acqua del canale medesimo, si potesse sempre estinguere tutta quella quantità di forza viva dell'afflusso, che superasse la competente alla minima fra le altezze possibili del pelo stesso, p. e., al battente attivo d'un centimetro.

Per ottenere quest'intento il Tadini propone di far precedere il suo regolatore da un bottino lungo almeno trenta metri, e di sezione decupla almeno di quella della luce del regolatore (36). Dice inutile il fargli fondo e sponde murate, salvo all'incile che deve munirsi di cateratta, purchè le rive in terra siano parallele ed a regolari scarpe. Ma agevole è il prevedere gli inconvenienti pratici d'un tal sistema, dacchè la maggior parte dei canali dispensatori è lateralmente fiancheggiata sia da argini, sia da strade, sia da spazj che mal comporterebbero cavi e sponde in sola terra; ed ove tutto o la massima parte del bottino dovesse munirsi di fondo e sponde in muro, si verrebbe ad incontrare una grave spesa, che potrebbesi con altro artifizio risparmiare.

(36) Mem. cit., cap. VI, art. 109.

Ad ogni modo giova il prender atto di questa proposta del Tadini, che prova essere sua opinione, che, per elidere gli effetti della vena affluente, occorre un bottino di 30^{m} di lunghezza almeno, ed una sezione bagnata, decupla almeno di quella della luce.

Art. 20. In punto ai difetti 4.° e 6.° notati dal Tadini nella pratica milanese, e cioè all'esistenza del cielo morto, ed all'arbitrio lasciato agli estraenti di sostituire, nella tromba coperta, un fondo acclive all'orizzontale, io penso che il Tadini abbia perfettamente ragione.

E difatti, che il sistema invariabile del cielo morto impedisca alle onde di elevarsi oltre al livello del battente, e diminuisca l'agitazione visibile del pelo d'acqua, niuno è che ne possa dubitare, dacchè quasi tutta la superficie suprema del fluido è occultata dal cielo morto con essa a contatto; ma ciò di cui si può ragionevolmente dubitare si è, che un tale violento impedimento per l'appunto non induca nella massa fluida pressioni e velocità maggiori di quelle che a superficie libera le verrebbero comunicate dall'urto della vena affluente, perchè di questa guisa la metà superiore delle onde che si svilupperebbero liberamente oltre al livello del battente, e le reciproche azioni e reazioni intestine delle onde fra loro, consumerebbero in questo lavoro buona parte della forza viva d'afflusso; mentre all'opposto, impedite nel loro sviluppo dalla resistenza d'un sistema rigido a contatto del fluido, lasciano sospettare che possano impiegare tutta l'azione, destinata al loro elevamento, nel reagire sulla superficie del fluido stesso, coll'effetto d'un aumento di battente.

Io sono ben lungi dall'apporre al cielo morto la colpa appostagli dal Frisi (37), di funzionare da tubo atto a trasferire nella sezione della luce la velocità dovuta all'altezza del pelo d'acqua nel canale dispensatore; so benissimo che la speeola del battente a superficie libera, benchè lunga una sola oncia, basta per interrompere la continuità del tubo; ma non posso neppur ammettere l'opinione dei difensori del cielo morto, che, una volta situata la bocca a battente in detta speeola, non possa esservi luogo a veruna reazione sul pelo d'acqua di pressioni contro il cielo morto, perchè è impossibile che quel pelo sia stagnante a contatto del cielo stesso, ovvero, che non sia ondeggiante; e tale essendo, la linea del battente od è a mezz'onda, e le reazioni sono inevitabili; o è sopr'onda, e la bocca mancherebbe di porzione di battente.

Per altro è d'uopo confessare che questa materia è ancora molto oscura e difficile, sicchè sarebbe intempestivo il voler trarne delle conseguenze teorico-pratiche: dirò soltanto, che, anco dubitando sia di quelle che ne cava il Tadini (38), sia dell'attendibilità delle misure dei battenti di 24 bocche dei due navigli, da lui dedotte da osservazioni delle altezze dell'acqua nel maggior braccio d'un tubo di Pitot; sia della conseguenza che ne deriva, che la porzione di fluido libero, in cui si misurano i battenti, non appartiene al sistema che sgorga dalla cateratta (39): nessuno però che intendesse di progettare od un nuovo sistema di dispensa od un miglioramento alla pratica milanese, potrebbe proporre la conservazione del cielo morto con certa scienza di assoluta innocuità, e di reale utile finale.

---

(37) *Instituzioni di meccanica, idrostatica ed idrometria per gli ingegneri*, lib. 3, cap. 6.

(38) Tadini, Mem. cit., art. 105.

(39) Ivi. Annot. VIII all'art. 106, pagine 295 e segg.

Art. 21. Finalmente, sul 6.° difetto, niuno, io penso, potrà elevare eccezioni: alteri o non alteri il fondo acclive la quantità dell'efflusso, non ne viene manco la necessità che unico esser debba il modo di disporre quel fondo, perciocchè l'edifizio normale della giusta dispensa non potrebbe avere una sua parte qualsiasi ad arbitrio degli interessati.

L'opinione generale non solo degli idraulici, ma ben anco degli estraenti acque, conviene in quella del Tadini, che cioè il fondo acclive accresca la portata delle bocche, pei motivi accennati dallo stesso Tadini; sicchè la massima parte delle bocche di derivazione dai navigli è per l'appunto a fondo acclive.

Quest'opinione però verrebbe contraddetta da alcune recenti esperienze del signor ingegnere Angelo Parrocchetti (40) sulle portate delle bocche. Eseguì egli due misure della portata della bocca d'un oncia milanese col piano acclive, e trovò che l'efflusso per ogni minuto secondo fu di litri 34,66 nel 1.° esperimento, mentre col piano orizzontale fu di litri 34,98; e nel 2.° esperimento rinvenne litri 33,15 col piano acclive, e litri 34,60 coll'orizzontale.

Non si comprende punto il motivo per cui, nella tavola V delle portate esperimentate, l'autore si attenga esclusivamente al secondo risultamento, giacchè l'essersi nel primo misurate le due portate cogli stramazzi, e nel secondo colla cubatura diretta, non basta per poter accordare al secondo maggior fiducia che al primo, perchè, per quanta diligenza possa essersi usata dall'esperimentatore nella misura diretta, è poco probabile che abbia potuto raggiungere il grado d'esattezza raggiunto negli esperimenti con cui Castel determinò i coefficienti di riduzione per gli efflussi degli stramazzi, e perchè applicando la misura col mezzo degli stramazzi ad entrambe le portate del 1.° esperimento, la proporzione delle due misure rimane invariabile.

Il Parrocchetti crede d'aver rilevata la cagione d'un risultato così difforme dalla generale credenza, asserendo che, dall'esame della vena effluente, si accorse che col fondo orizzontale la vena aderiva allo spessore della soglia del modulo, mentre a piano acclive se ne staccava, il che puossi, secondo lui, attribuire alla direzione ascendente della vena, impressale dal suo fluire sul piano inclinato; la qual osservazione del Parrocchetti potrebbe esser giustissima.

Ma concedendo anco piena fiducia alle esperienze ed alle osservazioni del signor Parrocchetti, in onta al loro piccolo numero, alle loro discrepanze ed alla somma facilità che le tavole posticcie, formanti il piano acclive, potessero sollevarsi d'alcuni millimetri oltre la soglia del modulo, spintevi fors'anco dal fluido interposto ai due fondi, più premuto all'incile che allo sbocco della tromba: si può tuttavia con tutta sicurezza asserire, come lo proverò a suo tempo, che ben diversi sarebbero riusciti i risultamenti delle esperienze, 1.° ove queste, invece d'eseguirsi colla bocca d'un'oncia, si fossero eseguite con bocche maggiori, perchè in quella la larghezza della tromba era più che quadrupla di quella della luce, mentre in queste sarebbe stata proporzionatamente assai minore; 2.° ove la tromba fosse stata situata in fregio al naviglio Pallavicino, come nelle circostanze normali della bocca milanese, perchè in tal caso il piano acclive, diminuendo di quasi un terzo il volume del fluido nella tromba, avrebbe d'altrettanto diminuita la resistenza destinata ad estinguere la forza viva dell'afflusso.

---

(40) *Esperimenti idrometrici sulla portata dei moduli cremonese e milanese*, ecc. Milano, 1851, pag. 53 e segg.

Art. 22. Il Tadini (41), ne' suoi esperimenti col regolatore a libera cateratta, ossia con luce rettangola larga $0^m,3155$, alta $0^m,3166$, in lastra di ferro di 2^{mm}, per la quale l'efflusso seguiva liberamente nell'aria, con battenti che variarono da $0^m,0640$ a $0^m,1008$, confrontò l'efflusso effettivo col teorico, moltiplicato pel coefficiente di riduzione $\frac{265}{432} = 0,6134$ determinato dal Michelotti; ed avendo rinvenuta una sufficiente consonanza fra i proprj esperimenti e quelli del Michelotti, sebbene questi sieno stati eseguiti con luci quindici volte più piccole, dedusse che il coefficiente di riduzione è costante al variare delle larghezze delle luci, salva l'altezza e salvo il battente; conseguenza che è identica a quella dedotta dal Poncelet.

In base a siffatto principio, il Tadini, applicando lo stesso coefficiente del Michelotti, statuisce che la portata della bocca milanese, ove avesse luogo per pura pressione, a contrazione completa, ed a sgorgo libero, dovrebbe essere di m. c. 2,1168 per ogni minuto primo, pari a litri 35,28 al minuto secondo.

Se però ci facessimo ad esaminare i suoi 16 esperimenti, ordinati secondo le grandezze dei battenti, come si vedono nella tav. I pag. 277 del Manuale del Colombani, vedremmo che gli ultimi sette, fatti con battenti maggiori, e cioè da $0^m,0808$ a $0^m.1008$ più prossimi a quello della bocca milanese, che è $0^m,0992$, hanno coefficienti oscillanti fra 0,600 e 0,615, la di cui media è 0,607.

Ad ogni modo è evidente che anche la portata della bocca milanese assegnata dal Tadini, non può essere la effettiva, la quale versa in circostanze differentissime da quelle che somministrano il coefficiente di riduzione da lui adottato.

Art. 23. Ella è invero singolar cosa che le bocche d'erogazione si definiscano, si ammettano, ed anzi dalla stessa legge positiva si impongano (42), e quindi si calcolino generalmente per luci *in lastre sottili* di date figure e dimensioni, per le quali l'acqua *in forza della sola pressione dovuta ad un dato battente, sgorga a contrazione completa liberamente nell'aria;* e che nel fatto poi, le bocche stesse siano bensì luci di date figure e dimensioni, ma scolpite in lastre *più o meno grosse,* per le quali l'acqua sgorga *a contrazione più o meno incompleta,* colla velocità dovuta alla pressione d'un dato battente, *modificato da variabili velocità iniziali, e da variabili circostanze d'impedimento d'efflusso.*

Da queste differenze fra ciò che dovrebbe essere e ciò che è, derivano numerosi inconvenienti, i maggiori de' quali sono: 1.° che le portate delle diverse bocche, non solo non possono riuscire fra loro comparabili, ma non possono neppure riuscire fra loro identiche quelle d'ugual valor nominale; 2.° che i risultamenti delle sperienze delle portate unitarie di esse bocche riescono differentissimi fra loro, perchè le sperienze medesime non vennero mai istituite nelle circostanze normali di pratica, ma sibbene in varie delle numerose circostanze di fatto che possono aver luogo fra quelle delle bocche ipotetiche e quelle delle effettive.

Nulla dirò del primo di questi inconvenienti, di cui ho già recate indubbie prove, ed a comprovare il secondo basterà esaminare il *Prospetto di alcuni risultati sulla portata del modulo unitario milanese in un minuto secondo, dati da varii autori,* che l'ingegnere Parrocchetti inserì a pag. 44 e seguenti del suo pregevole lavoro, non che la tavola V delle sperienze dello stesso ingegnere.

---

(41) Mem. cit., cap. XIII, art. 135.

(42) Cod. civ. degli Stati sardi, § 643.

Rilevasi da questo prospetto, che, mentre l'ingegnere Merlo, in date circostanze d'un bocchello milanese, ne trovò la portata di 45,93 litri in 1''; l'ingegnere Castelli, in altre circostanze non individuate, la trovò di soli litri 32,42; e che, mentre gli ingegneri milanesi ritengono generalmente il coefficiente di riduzione per le bocche magistrali milanesi 0,600, la Direzione generale d'acque e strade lo calcola invece per le derivazioni dai Navigli $\frac{13}{16} = 0{,}8125$, ossia quello stesso che, secondo Brunacci, può dedursi dalle esperienze di Bossut, di Michelotti e di Poleni sopra luci seguite da tubi addizionali d'ugual diametro, e della lunghezza di due diametri circa (43).

Trattasi nullameno che di differenze di 1 : 1,44, che valgono quindi la pena d'una discussione.

Art. 24. L'esperienza che somministrò all'ingegnere Merlo la portata di litri 45,93, cui corrisponde il coefficiente 0,798, venne fatta con tromba anteriore brevissima, ossia lunga appena once 23 in luogo di 120, e larga once 7 e punti 5 in luogo di 13, e con modulo dello spessore d'once 2, le altre circostanze essendo state normali, e mentre l'acqua sulla soglia a monte della cateratta era alta once 19; dalle quali circostanze di fatto si vede, che il rapporto fra la sezione della luce e quella dell'acqua fluente nella tromba era tale, che questa doveva portarsi alla luce con una velocità uguale a $\frac{1}{8.65}$ di quella dell'efflusso, e che, per causa della brevissima distanza d'once 23 fra le luci d'afflusso e d'efflusso, non che della strettezza della tromba, quel *minimum* di velocità doveva trovarsi d'assai ingrandito da un residuo della velocità d'afflusso, la quale, essendo dovuta ad un battente attivo d'once 5, superava d'un ottavo quella dell'efflusso.

Si può quindi asserire senza il menomo dubbio, che il coefficiente 0,798 è molto maggiore di quello che si troverebbe se l'esperienza si rifacesse con una tromba normale.

Come dunque ha potuto la Direzione d'acque e strade assegnare al detto coefficiente il valore 0,8125?

Art. 25. Le considerazioni che indussero quell'uffizio a tale assegno furono le seguenti: 1.° che le luci delle dispense d'acqua sono di molta ampiezza; 2.° che i battenti sono piccoli a paragone delle altezze; 3.° che le luci non sono scolpite in lastre sottili, ma di tal grossezza da potersi considerare come fornite di tubi addizionali (44).

Ora il 1.° di questi motivi è, per verità, influentissimo per aumentare gli efflussi delle bocche grandi in assai maggiori proporzioni delle piccole, come vedremo più avanti, ma ciò non toglie che, considerato nei soli rapporti della contrazione della vena, esso sia affatto erroneo, mentre in oggi è teorema acquisito alla scienza, che la contrazione aumenta, e quindi che il coefficiente di riduzione diminuisce al crescere dell'ampiezza delle luci (45), o meglio al crescere della minore delle loro dimensioni che, generalmente parlando, è quella dell'altezza, essendo indifferente per la grandezza del coefficiente la dimensione maggiore, ossia quella della larghezza; e neppur sussiste il 2.° di essi, nello

---

(43) Brunacci, op. cit., §§ 114 e 130.

(44) *Not. statis. sui fiumi, tagli e canali di Lombardia*, pag. 145.

(45) «*Toutes circonstances étant d'ailleurs égales, la contraction de la veine qui sort par un orifice en minces parois, decroit avec les dimensions de l'orifice*» (Rapporto di Ampère, Poisson e Cauchy relatore, sui lavori di Hachette, op. cit., pag. 94). Anche in una recentissima Memoria del Colombani sulle esperienze dell'americano Francis, e sul confronto fra esse e quelle di Boileau, l'egregio autore è indotto ad ammettere, che *la portata degli stramazzi simili diminuisce col crescere delle dimensioni*. (*Giorn. dell'Ing. Arch.*, fasc. d'aprile, 1858.)

special caso del modulo milanese, giacchè per le luci alte 20 centimetri, come sono appunto quelle del detto modulo, i coefficienti di riduzione decrescono anche al diminuire dei battenti, finchè questi non diventino maggiori di $1^m,00$; come si può rilevare alla semplice ispezione della tavola riassuntiva degli esperimenti di Poncelet e Lesbros (46).

Non rimane adunque che il 3.° motivo; ma nè *a priori* nè *a posteriori* sarebbe possibile riguardare la grossezza d'once tre delle luci dei moduli come un tubo addizionale, capace di somministrare l'efflusso a gola piena, ed a cui convenga il coefficiente $\frac{13}{16}$.

Non *a priori*, perchè la vena non può aderire alle pareti se non dopo aver subìta la contrazione ed essersi di bel nuovo dilatata, invertendo la sua figura quadrangolare con un quarto di rivoluzione. Ora dai diligentissimi rilievi delle sezioni verticali ed orizzontali della vena sgorgante da una luce quadrata di 20 centimetri di lato, eseguiti dai più volte nominati Poncelet e Lesbros, si scorge che, solamente a 20 centimetri a valle del piano della luce, il vertice inferiore della vena rovesciata comincia ad abbassarsi al livello del lembo inferiore della luce stessa, mentre gli altri tre vertici sono ancora più o meno distanti dagli altri tre lati (47). Solo adunque al di là di 20 centimetri è possibile che la vena aderisca completamente alle pareti del tubo addizionale; e non avendo la luce della bocca milanese che 15 centimetri di grossezza, non può *a priori* ammettersi, che questa grossezza possa bastare a produrre la completa aderenza della vena, sebbene si possa con fondamento credere, che la prossimità dei quattro vertici della vena rovesciata alle pareti possa, per fenomeni di capillarità iniziabili da projezioni di gocce fluide staccantisi da esse, produrre una dilatazione maggiore di quella che presenta negli efflussi da luci in lastre sottili.

Non *a posteriori*, giacchè da tutte le esperienze eseguite con luci di dimensioni e battenti non affatto minimi, e con tubi addizionali che somministrarono efflussi *a gola piena*, la lunghezza dei tubi non fu mai meno d'un diametro e mezzo, quantunque però con tubi più brevi siansi ottenuti sensibili incrementi d'efflusso.

Art. 26. Se non che, anche contro un incremento qualsiasi, non mancherebbero opinioni che si vorrebbero convalidate dalle esperienze. L'ingegnere Parrocchetti avendo trovato che i coefficienti di riduzione deducibili dai suoi esperimenti sulla portata delle bocche milanesi riuscivano quasi identici a quelli corrispondenti ad efflussi liberi per luci in lastre sottili; ed avendo osservato che in detti esperimenti la vena non aderiva che allo spessore della soglia del modulo, ne dedusse due conseguenze, cioè, che gli efflussi di queste bocche seguono per tre lati a contrazione completa, come nelle luci in lastre sottili, isolate dalle pareti delle conserve, e pel quarto senza contrazione; e che gli efflussi medesimi seguono inoltre con *libera caduta*. Ora, siffatte immediate conseguenze furono alquanto precipitate, giacchè è evidente che potrebbe benissimo darsi invece il caso, come infatti lo si dà, che tutto l'aumento d'efflusso producibile dall'azione della grossezza dei moduli venisse compensato da altrettanto decremento producibile dall'impedimento alla libera caduta che gli fa la tromba scoperta. Esse poi non corrispondono neppure ai risultati ottenibili nell'ipotesi della non contrazione sul lato inferiore, nella quale ipotesi lo stesso Parrocchetti (pag. 135) adotta per coefficiente di riduzione 0,625 secondo Morin e Poncelet, il quale è maggiore di quelli dedotti dai suoi esperimenti.

(46) Colombani, *Manuale d'idrodinamica*, p. 282.

(47) Poncelet e Lesbros, tav. 4.ª, fig. *d*. Mem. cit. alla nota (22).

Art. 27. A persuaderci poi, che un sensibile incremento di portata deve essere prodotto dalla grossezza della luce delle bocche milanesi, grossezza che è di $^3/_4$ della sua altezza, riporterò i primi quattro coefficienti di riduzione rinvenuti dal Michelotti con esperimenti diretti a conoscere l'influenza della lunghezza dei tubi addizionali, e i quali trovansi riferiti anche dal Navier alla nota (*ck*) al Belidor (48). Esperimentando il Michelotti con tubi circolari di 54^{mm} di diametro, e con carico di $2^m,18$, trovò i coefficienti seguenti:

in lastra sottile, ossia senza tubo. . . .	0,6096 (49)
con tubo lungo mezzo diametro	0,6169
idem un diametro	0,7671
idem due diametri	0,8157

Ciò posto, è chiaro che, per la grossezza della luce milanese, che è $^3/_4$ dell'altezza, sarà da applicarsi un coefficiente intermedio a quelli relativi a tubi lunghi mezzo diametro ed un diametro, ossia fra 0,617 e 0,767.

Il medio aritmetico 0,692 sarebbe indubbiamente troppo forte, stante la tenuità d'aumento che assume il coefficiente fra il caso della lastra sottile e quello del tubo lungo mezzo diametro; credo quindi che, adottando 0,670, situato ad un terzo circa di cammino fra gli altri due, si andrà più vicino al vero. Ora, se il coefficiente 0,610, corrispondente alla luce in lastra sottile, diventa 0,670 con un tubo addizionale lungo $^3/_4$ del diametro, ossia dell'altezza della luce, che è la sola dimensione influente sui coefficienti (almeno per le bocche d'oltre un'oncia e un terzo), ciò vorrà dire che tale lunghezza di tubo accresca l'efflusso di $\frac{1}{10}$ circa; e siccome il coefficiente di riduzione dell'efflusso della luce in lastra sottile, di $0^m,20$ d'altezza e $0^m,10$ di battente, è 0,599 (Art. 31, caso 1); così quello del modulo milanese delle dette dimensioni e della grossezza $0^m,15$ potrà ritenersi, non fatto calcolo di tutti gli altri elementi dell'edifizio, uguale a circa 0,660, il quale per altro è assai minore di $\frac{13}{16} = 0,8125$, ossia di quello ritenuto come competente per le bocche estratte dai navigli.

Ma che dire poi di questi coefficienti e d'ogni altro maggiore di 0,600, se si considerano complessivamente gli incrementi d'efflusso di $\frac{1}{10}$ circa, dovuti allo spessore del modulo, ed i decrementi d'$\frac{1}{10}$, dovuti alla presenza della tromba scoperta?

L'elisione totale degli effetti di queste due cause fra loro opposte è pienamente confermata dagli esperimenti del Parrocchetti, da cui risulta, che, qualunque sia l'incremento d'efflusso dovuto alla grossezza della luce, esso è onninamente distrutto dalla resistenza della tromba scoperta, talchè il coefficiente dei due effetti simultanei viensi a limitare a 0,601, ossia a quel medesimo che compete alle luci libere in lastre sottili; dai quali fatti dovremo con tutta sicurezza dedurre la conseguenza, che nessuno dei tre motivi accennati dalla Direzione d'acque e strade può giustificare, non dirò l'assegno del coefficiente $\frac{13}{16}$, ma neppur quello d'uno maggiore di 0,600.

Mi sono alquanto diffuso in questa parte dell'argomento, perchè giova il conoscere quanto le idee comunemente ammesse, anche da persone competenti, sopra una materia che abbiamo si può dire tutti i giorni sotto mano, siano per la maggior parte inesatte ed erronee.

---

(48) Traduzione del Cadolini, pag. 88.

(49) Secondo Poncelet questo coefficiente sarebbe 0, 6115, ossia pressochè uguale a quello determinato dal Michelotti (Colombani, op. cit., pag. 282).

Art. 28. Ma se i motivi accennati dalla Direzione d'acque e strade non bastano per giustificare l'assegno d'un coefficiente maggiore di 0,600, io sono però ben lontano dall'asserire che, nel fatto delle bocche derivate dai nostri navigli, non possa il coefficiente $\frac{13}{16} = 0{,}8125$ essere assai più vicino al vero di quelli che convengono ad efflussi per luci in lastre sottili, libere, a contrazione completa, dovuti alla sola pressione d'un dato carico, quali sono i coefficienti, 0,600 adottato dalla comune degli ingegneri milanesi; 0,601 a 0,620 calcolati dal Parrocchetti in base ai proprj esperimenti; e 0,6134 ammesso dal Tadini; e neppure i maggiori: 0,6727 proposto dal Masetti nella nota all'art. 105 della Memoria del Tadini, e 0,7187 immaginato da Brunacci (art. 12). Ma i motivi di questa mia credenza sono ben diversi dai comunemente ammessi; alcuni di essi sono intrinseci all'artifizio delle bocche milanesi, ed altri estrinseci. I primi, che sono pure i principali, sono quelli già accennati dal Tadini, e cioè la brevità e l'angustia del bottino, e specialmente di quello a fondo acclive, che non bastano ad estinguere in tutti i casi la forza viva dell'afflusso, dei quali terrò parola fra poco; e fors'anco l'azione del cielo morto, e la misura del battente fra il cielo stesso e la cateratta. I motivi estrinseci ed accessorj poi, credo che possano ritenersi i seguenti:

1.° La tolleranza di bocche aperte in lastre grosse 4 once, per la quale il coefficiente di riduzione, invece di crescere d'$\frac{1}{10}$ circa su quello competente alle bocche in lastre sottili, può crescere fino ad oltre $\frac{1}{4}$, come scorgesi dal confronto del primo e terzo dei coefficienti calcolati dal Michelotti, e riportati nel precedente articolo; e poichè il decremento causabile dalle resistenze della tromba scoperta giunge appena a $\frac{1}{10}$, è evidente che l'efflusso debba crescere della quota di differenza fra $\frac{1}{4}$ ed $\frac{1}{10}$.

2.° Giusti riguardi d'interesse pubblico e privato, che inducono a non badar troppo pel sottile nella gatellazione delle bocche, e ad eseguire questa operazione ad un pelo de' navigli più scarso del mezzano, per far fronte ai casi di eventuali scarsezze, e per cui il battente medio estivo riesce alquanto maggiore delle once due, specialmente negli ultimi tronchi de' navigli soggetti alla riproduzione delle lime od erbe palustri.

3.° La forte e talora fortissima velocità di cui sono dotate le correnti dei navigli, massime nei tronchi superiori, allorquando la loro direzione, anzicchè essere parallela, riesce più o meno convergente col piano delle bocche; ciò che non di rado si verifica, perchè i punti d'estrazione essendo stati generalmente scelti dagli estraenti, è naturale che siansi fissati nelle località più ad essi favorevoli, essendosi per sopraggiunta munito di grossa colonna di legno il lato a valle della cateratta con cui viene accresciuto il battente esterno e favorita l'imboccatura nella tromba, la quale poi è viepiù avvantaggiata dalla corrosione che la sua stessa chiamata genera in una tratta di fondo del naviglio verso monte della bocca, in cui l'acqua, incanalandosi naturalmente, forma una corrente trasversale presso al fondo ov'è collocata la soglia.

Vedremo poi nel seguito come le sole circostanze intrinseche, suscettibili d'una più o meno approssimata valutazione, bastino a condurre ad un risultato pienamente conforme all'assegno fatto dalla Direzione d'acque e strade al coefficiente di riduzione.

Art. 29. Per farci strada a questa importante ricerca, vediamo dapprima come potrebbonsi valutare gli effetti dell'azione della forza viva dell'afflusso per accrescere la quantità dell'efflusso.

A tal uopo prendiamo ad esame gli esperimenti dell'ing. Merlo, ai N.ri 3.°, 4.° e 8.° del prospetto del Parrocchetti.

Nel 3.° esperimento, come sopra accennai, con una tromba anteriore lunga once 23, larga once 7 p.i 5, a fondo orizzontale, e con un battente attivo esterno di once 5, si rinvenne il coefficiente di riduzione 0,798
ma in tali circostanze l'agitazione dell'acqua fu tanta, che il battente del modulo per forte oscillazione versava l'acqua, dal suo limite superiore, nella sottoposta tromba scoperta.

All'oggetto pertanto d'impedire tali versamenti si eseguì il 4.° esperimento, col porre nella tromba un diaframma elevato once 5 sul fondo, e si potè così mantenere il battente alla dovuta altezza, ottenendo un coefficiente d'efflusso (50) . . . 0,768

Ora, onde eliminare dal 3.° l'effetto degli aumenti dei battenti e dei versamenti incompetenti d'acqua, e dal 4.° l'effetto del diaframma, parte estranea all'edifizio normale, assumeremo il medio dei due coefficienti trovati, ossia . . . 0,783

Nell'8.° finalmente, levato il diaframma e tutta la tromba anteriore, e non rimasti che il modulo e la tromba scoperta, si ottenne il coefficiente . . . 0,626.

La tromba anteriore adunque, munita di cateratta all'incile, influì per aumentare l'efflusso di 0,157 in confronto di 0,626, ossia d'un quarto.

Ora, siccome il volume dell'acqua che esisteva nella tromba anteriore degli esperimenti 3.° e 4.° giungeva appena ad $\frac{1}{9}$ dell'esistente in una tromba d'un'oncia, di dimensioni normali ed a fondo orizzontale; così, se si suppone che l'aumento d'efflusso inducibile dall'urto dell'afflusso sia inversamente proporzionale alla massa urtata del fluido, ne segue che in detta tromba, a cose pari, esso si ridurrebbe ad $\frac{1}{36}$; ma se pongasi mente che il battente attivo medio delle bocche dei navigli è per lo meno di 10 once, in luogo delle 5 degli esperimenti dell'ing. Merlo, ne segue che l'aumento, il quale deve essere proporzionale alla forza viva, e quindi al suo battente, debba ascendere ad $\frac{1}{18}$; e noi, in mancanza di meglio, ci atterremo a questa misura, ben inteso pel caso d'una bocca normale d'un'oncia d'acqua, con tromba coperta a fondo orizzontale, e con once 24 d'altezza del pelo del naviglio sulla soglia della luce d'ingresso.

Vedremo poi successivamente quanto vada crescendo l'effetto di questa causa aumentatrice dell'efflusso, col sostituire il piano acclive all'orizzontale, e col crescere delle portate delle bocche.

Art. 30. Il prospetto del Parrocchetti (a pag. 44 e seguenti) dà a conoscere che neppure un solo dei varj coefficienti di riduzione determinati dagli autori in esso nominati, lo fu in circostanze normali, non esclusi quelli dello stesso Parrocchetti, che, seguendo la corrente, eseguì i suoi esperimenti sulla bocca nominale e non sulla reale.

E diffatti, la tromba coperta anteriore da esso adoperata, in luogo d'avere l'incile munito di cateratta immediatamente in fregio al naviglio Pallavicino, distava dalle sponde

---

(50) In quest'esperimento si dovette abbassare la cateratta di punti 1 $^1/_2$, ossia d'$^1/_{28}$ dell'altezza della luce d'afflusso del precedente, cosicchè se nel 3.° l'altezza fosse stata uguale a quella del 4°, il coefficiente di riduzione sarebbe risultato minore di 0,798. Da ciò si vede che la posizione del diaframma, sollevato once 5 dal fondo, giovò ben poco a diminuire la forza viva dell'afflusso; lo che prova che la colonna d'acqua affluente si mantiene quasi tutta riunita rasente il fondo, e si mescola ben poco coll'acqua sovraincumbente; motivo per cui, se vuolsi ottenere dal diaframma un effetto energico di diminuzione della forza viva, è indispensabile di farlo nascere direttamente dal fondo, come propongo nel progetto del nuovo edifizio di dispensa d'acqua, all'art. 34.

di esso naviglio più di dieci, e forse più di venti metri; il tipo essendo visuale e la descrizione insufficiente a supplirvi; inoltre aveva l'incile aperto a tutta sezione della tromba, e l'acqua affluiva ad esso già ridotta all'altezza d'once 14 sul suo fondo orizzontale, coll'opera d'una prima cateratta in fregio al naviglio, quindi d'una seconda a metri 4,80 a valle della prima, e finalmente d'una terza, situata poco a monte della tromba ed all'incile d'un cavo diversivo, con cui si distraevano le piccole quantità differenziali, esuberanti alla puramente necessaria per mantenere avanti alla bocca esattissimamente il battente d'once due.

Or chi non vede che in questo stato di cose erano onninamente soppressi gli effetti dell'urto della vena affluente per disotto della cateratta contro la massa del fluido esistente nella tromba, e quelli qualunque pur siano delle reazioni del cielo morto? e che inoltre il battente da lui misurato sui fianchi del modulo e contro il suo piano, poteva non trovarsi a livello con quello che si sarebbe stabilito nella specola dei battenti di una tromba normale?

È ben sicuro che, in un simile apparecchio, il pelo del battente sarà stato pressochè immobile; ma era ella forse quella la bocca magistrale milanese? Mai no.

Art. 31. Per altro, se gli esperimenti del Parrocchetti non possono servire per conoscere le vere portate delle bocche milanesi, sono però utilissime perchè servono ad estendere il campo delle indagini sugli effetti delle varie parti dell'edifizio magistrale, assai più di quanto lo permettevano tutte le esperienze dei precedenti idraulici; ed è su questo campo che ora m'accingo ad operare, calcolando i coefficienti di riduzione corrispondenti ai moduli milanesi situati in diverse circostanze, e cioè accompagnati ad uno, a più, ed a quasi tutti gli elementi accessorj dell'edifizio stesso.

Caso I. — *Efflusso per la luce delle bocche milanesi in lastra piana e sottile, a contrazione completa, ed a sgorgo libero, dovuto alla pressione d'un'acqua stagnante contro il piano della luce, e il di cui pelo sia osservato fuori del gorgo a questa sovrastante.*

Per determinare il coefficiente corrispondente a questo caso abbiamo in oggi disponibile la ricca suppellettile d'esperimenti, eseguiti in condizioni quasi identiche al caso attuale, l'anno 1828 a Metz da Poncelet e Lesbros, e poscia negli anni 1829, 1831 e 1834 dal solo Lesbros, la quale basta a soddisfare alla massima parte dei casi occorrenti nella pratica.

Ora, risulta dalla tav. IV della Memoria di Poncelet che, nel giorno 19 agosto 1828, furono fatte tre osservazioni sull'efflusso della luce quadrata di 20 cent. di lato con $0^m,242$ di carico sul centro, misurato a $3^m,50$ a monte della luce; e che nel giorno successivo ne fu fatto un quarto, col carico sul centro di $0^m,160$.

Il coefficiente di riduzione, dedotto dai primi tre esperimenti, risultò 0,5997, con una deficienza massima fra essi di 0,0010; ed il dedotto da quello del giorno 20 fu 0,5983. Ora il carico sul centro delle luci delle bocche milanesi essendo quasi medio fra i due carichi esperimentati, ne segue che il coefficiente stesso pel qui supposto caso sarà 0,5990, già da me adottato nel corso di questa Memoria, in base alla tavola XII del Poncelet, riportata dal Colombani, dal Turazza, dal Morin e da altri.

Nè l'essersi misurato il battente $3^m,50$ a monte della luce, negli esperimenti di Metz, anzichè nel piano stesso della luce, ma fuori del gorgo ad essa soprastante, come si suppose nel caso attuale, può lasciar dubbio sull'applicabilità del coefficiente 0,599,

giacchè in quegli esperimenti l'ampiezza della sezione della conserva era tale, da non permettere alcuna sensibile differenza di livello fra quei due punti (51), e tanto meno potrebbe credersi più attendibile il coefficiente 0,6032, calcolato, in base ai suddetti esperimenti, siccome competente al carico di 20 centimetri sul centro, misurato dal punto più depresso del gorgo, in quanto che fu appunto una tale condizione esclusa da quella del presente caso.

Ciò posto, la portata teorica Q_n in litri, per ogni minuto secondo d'una luce di n once milanesi d'acqua, è data dall'equazione

$$Q_n = 1000 \times \tfrac{2}{3} n l \sqrt{2g} \left\{ (a+b)^{\frac{3}{2}} - b^{\frac{3}{2}} \right\},$$

essendo

$$l = 0^m,14873 ; \quad a = 0^m,19831 ; \quad b = 0^m,09916 ; \quad \sqrt{2g} = 4,42854 ;$$

onde si ha

$$Q_n = 57,523 n .$$

Chiamando quindi Q'_n l'efflusso analogo nelle condizioni del presente caso, ed m il coefficiente di riduzione, che soddisfa all'equazione $Q'_n = mQ_n$, sarà

$$m = 0,5990 \quad \text{e} \quad Q'_n = 34,456 n .$$

Caso II. — *Efflusso del caso 1, con luce dello spessore d'once 3 del braccio milanese.*

Sia Q''_n l'efflusso unitario, ed m'_n il corrispondente coefficiente di riduzione. Abbiamo veduto, all'art. 27, potersi ritenere $m'_n = 0,660$, sicchè sarà

$$Q''_n = 37,965 n .$$

Se la grossezza del modulo fosse d'once 4, come si verifica per alcuni casi eccezionali, ma non rari, dovrebbe assumersi per m'_n il valore del coefficiente di riduzione della luce accompagnata da tubi addizionali lunghi un diametro, valore che dagli esperimenti di Michelotti, citati nel suddetto art. 27, sarebbe 0,7671, essendo 0,6096 quello corrispondente alla luce senza tubo. Ora, se questo si limita a 0,5990, quello si limiterà a 0,754, dimodochè per tal caso potrà farsi $m'_n = 0,75$, e quindi si avrà

$$Q''_n = 43,142 n .$$

Osservazione. — Quando le luci sono munite di tubo addizionale, l'aumento dell'efflusso è accompagnato da diminuzione di velocità, cosicchè il coefficiente di riduzione è il prodotto di due coefficienti, e cioè di quello della sezione che fornisce l'area della vena contratta, e di quello della velocità teorica che fornisce l'effettiva.

Siano h e k questi due coefficienti. Nel caso del modulo scolpito in lastra sottile, assumendo per semplicità $m'_n = 0,60$, abbiamo $h = 0,60$ e $k = 1,00$; nel caso che il modulo sia seguito da un tubo prismatico lungo da due a tre altezze della luce, si ha invece $m'_n = 0,82$, ossia $h = 1,00$ e $k = 0,82$, giacchè l'efflusso ha luogo a gola piena (52).

---

(51) Il rapporto fra la sezione della luce e della conserva era di 1:77 circa.

(52) Turazza, *Trat. d'idrom.*, pag. 29.

Con questi dati, a mezzo d'opportune interpolazioni, è agevole il determinare i valori di h e k corrispondenti a varj valori di m'_n, compresi fra 0,60 e 0,82, e dovuti a lunghezze di tubi minori di due diametri o altezze di luce.

Così pel caso del modulo milanese, scolpito in una lastra grossa once 3, il di cui coefficiente di riduzione fosse $m'_n = 0,66$, si otterrebbe

$$h = 0,701, \quad \text{e} \quad k = 0,941.$$

E pel caso che fosse scolpito in lastra grossa once 4, a cui corrisponderebbe un coefficiente $m'_n = 0,75$, si avrebbe

$$h = 0,864, \quad \text{e} \quad k = 0,868.$$

Caso III. — *Efflusso del caso 1, facendo precedere alla luce la tromba coperta senza cielo morto, a fondo orizzontale, e interamente aperta all'ineile.*

Per quanto fu detto agli articoli 6, 10 e 17, le portate delle luci in queste circostanze non possono essere proporzionali alle luci medesime. Infatti, dicasi s_n l'area della vena contratta, la di cui velocità v si può ritenere sensibilmente eguale alla teorica; ed S_n la porzione di sezione corrente nella tromba, la di cui velocità media possa ritenersi uguale alla velocità iniziale, colla quale l'acqua si presenta alla base interna del gorgo della vena effluente, situata a circa 30 cent. dal piano della luce, sapendosi che questa base dista appena tre raggi, e nel caso nostro tre mezze altezze di luce dal piano stesso (53).

Chiamisi $\frac{s_n}{S_n} = r_n$, e dicasi v'_n la velocità dell'acqua nella sezione di contrazione; sarà $r_n v'_n$ quella della sezione S_n della tromba; e poichè l'altezza dovuta alla velocità v'_n è la somma delle altezze dovute alle velocità v ed $r_n v'_n$, sarà: $v'^2_n = v^2 + r^2_n v'^2_n$, da cui ricavasi

$$v'_n = \frac{v}{\sqrt{(1 - r^2_n)}};$$

la quale equazione è la stessa che si ottiene dall'applicazione della teoria del moto lineare all'efflusso per le luci aperte nelle pareti dei vasi, essendo r_n il rapporto fra la sezione della luce e quella del supremo livello del fluido nel vaso, e che deve cangiarsi, pel caso nostro, nella sezione corrente parallela al piano della luce, pei motivi accennati all'art. 6.

Ciò posto, chiamando Q'''_n l'efflusso unitario del presente caso, avremo

$$Q'''_n : Q'_n = v'_n : v, \quad \text{e quindi} \quad Q'''_n = \frac{v'_n}{v} Q'_n = \frac{Q'_n}{\sqrt{(1 - r^2_n)}}.$$

E se chiameremo m''_n il coefficiente di riduzione corrispondente, avremo

$$m''_n = \frac{Q'''_n}{Q_n} = \frac{1}{\sqrt{(1 - r^2_n)}} m.$$

Rimane ora a determinare i valori dei termini della frazione $r_n = \frac{s_n}{S_n}$, che, per comodo di calcolo, determinerò in once quadrate.

Essendo s_n la sezione della vena contratta della luce di $12n$ once quadrate, si potrà ritenere:

$$s_n = 0,6 \times 12n = 7,2n.$$

---

(53) Turazza, op. cit., pag. 56.

Dissi doversi assumere per S_n una porzione, e non tutta la sezione della tromba, per determinare la velocità iniziale $r_n v'_n$ alla base del gorgo della vena effluente: i motivi di tale mia opinione sono i seguenti:

Se, come ammette il Tadini, il movimento dell'acqua nella tromba seguisse per fili paralleli all'asse, dotati tutti della stessa velocità fino all'incontro della base interna del gorgo, e questa avesse la stessa sezione dell'acqua fluente nella tromba, la velocità iniziale sarebbe la stessa di quella dei fili acquei, ed il valore di S_n sarebbe $11(3n+10)$ once quad.; ma poichè un tal genere di movimento non si verifica neppure negli alvei a fondo orizzontale ed a pareti piane, verticali e parallele, liberi da qualsivoglia intoppo, nei quali si trovano sempre massimi di velocità nel mezzo dell'alveo in prossimità alla superficie, e minimi verso le sponde ed il fondo; è chiaro che, se l'alveo è per giunta attraversato da una peseaja che non lasci libero lo sgorgo se non per una luce centrale, più o meno piccola a paragone della sezione totale dell'alveo, i massimi aumenteranno, ed i minimi diminuiranno sensibilmente di grandezza.

L'ingegnere Chanoine, nella lunga serie d'osservazioni fatte sul corso dell'Yonne, attraversato di distanza in distanza da chiuse con bocche centrali aperte fino sul fondo, notò che, nelle zone prossime alle sponde, l'acqua mantenevasi stagnante, e che la velocità media superficiale era appena 0,56 di quella del suo filone (54).

È pertanto evidente che, nel movimento dell'acqua entro la tromba, la velocità esser debba massima nel prisma retto che ha per base la luce, e debba andar man mano diminuendo dal prisma stesso alle pareti ed al fondo, presso il quale debba riuscire debolissima, specialmente in prossimità alla base del gorgo dell'efflusso, per essere quivi vicinissimo l'ostacolo attraversante la sezione. Ciò posto, siccome la massima velocità corrisponde al fascio di fili che non subiscono deviazione, e la minima a quelli che debbono subire inflessioni maggiori per uscir dal foro, è evidente che non si possa assumere per S_n l'intera sezione bagnata della tromba per calcolare la velocità iniziale, perchè questa deve risultare necessariamente maggiore della media, in causa della nessuna deviazione dei fili a massima velocità, e della deviazione massima di quelli a velocità minima.

All'oggetto d'evitare il pericolo d'assumere per S_n valori minori del vero, supporrò che la velocità media della porzione superiore della sezione bagnata della tromba, dell'altezza d'once 8, sia appena doppia di quella della sezione inferiore alta once 6; dalla qual ipotesi consegue, che l'acqua corrente nello strato d'once 6, prossimo al fondo, sarebbe la stessa che correrebbe nella sola metà superiore dello stesso strato, colla velocità media delle soprastanti once 8, qualora le 3 once più prossime al fondo fossero stagnanti; o, in altri termini, che la velocità iniziale $r_n v'_n$ sarebbe da calcolarsi assumendo

$$S_n = 11(3n+10).$$

Avremo quindi:

$$r_n = \frac{7,2n}{11(3n+10)}$$

$$\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} = \frac{0,3n+1}{\sqrt{(0,0857n+0,6n+1)}}$$

$$Q''_n = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}\,Q'_n \qquad m''_n = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}\,m.$$

(54) *An. des ponts et chaussées*, an. 1841.

Caso IV. — *Efflusso del caso III, con fondo della tromba acclive.*

L'area totale della sezione della tromba situata a 6 once dal piano della luce, ove è la base del gorgo interno della vena, è d'once quadrate $\left(6+\frac{8}{20}\right)(3n+10)=6{,}4(3n+10)$, la quale può assumersi per valore di S_n senza diminuzione, perchè già assai minore della sezione $11(3n+10)$, assunta nel precedente caso come dotata d'uniforme velocità iniziale; sarà dunque per questo caso

$$r_n=\frac{7{,}2n}{6{,}4(3n+10)} \quad ; \quad \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}=\frac{0{,}3n+1}{\sqrt{(0{,}0773n^2+0{,}6n+1)}}.$$

Chiamando quindi Q_n^{IV} l'efflusso unitario, ed m_n''' il coefficiente di riduzione, si avrà:

$$Q_n^{IV}=\frac{0{,}3n+1}{\sqrt{(0{,}0773n^2+0{,}6n+1)}}Q_n', \quad \text{ed} \quad m_n'''=\frac{Q_n^{IV}}{Q_n}.$$

Calcoliamo ora i valori di Q_n'', Q_n^{IV}, m_n'', m_n''' da $n=1$ ad $n=10$, coi valori di Q_n' del caso I, che vedemmo essere $34{,}456n$, ed otterremo il seguente prospetto.

n	CASO III			CASO IV		
	$\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}$	Q_n'''	m_n''	$\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}$	Q_n^{IV}	m_n'''
1	1,00128	34,500	0,5998	1,00377	34,586	0,6012
2	1,00338	69,145	0,6010	1,01005	69,605	0,6050
3	1,00540	103,926	0,6022	1,01622	105,045	0,6087
4	1,00718	138,814	0,6033	1,02168	140,812	0,6120
5	1,00871	173,780	0,6042	1,02641	176,831	0,6148
6	1,01002	208,807	0,6050	1,03050	213,041	0,6173
7	1,01115	243,881	0,6057	1,03404	249,403	0,6194
8	1,01212	278,989	0,6063	1,03713	285,882	0,6212
9	1,01297	314,126	0,6068	1,03983	322,455	0,6228
10	1,01371	349,284	0,6072	1,04221	359,103	0,6242

Dall'esame dei valori di m_n'', m_n''' si scorge che essi vanno realmente crescendo, come altrove asserii, ma con incrementi o differenze prime sempre decrescenti, e tali da rendersi trascurabili a dati limiti di n; e la ragione sta in ciò, che crescendo n, diminuisce la causa d'ingrandimento di quei valori, ossia la sproporzione delle sezioni, in quanto che la porzione $3n$ della larghezza della tromba, che è proporzionale alla luce, ossia il primo termine del secondo fattore di S_n, va acquistando vantaggio sul secondo termine costante $=10$ dello stesso fattore, fino al rendersi questo assai piccolo rispetto al primo.

Si rileva del pari da quest'esame, che nella bocca d'un'oncia l'incremento d'efflusso dovuto al piano acclive è minimo, giungendo appena ad $\frac{1}{400}$ dell'efflusso che segue nel caso del fondo orizzontale, mentre nella bocca d'once 10 quest'incremento ascende invece ad $\frac{1}{36}$; il qual rilievo rende ragione della prima delle due conclusioni da me dedotte all'art. 21.

Caso V. — *Efflusso nelle combinate circostanze del caso III e della prima ipotesi del caso II, ossia di quella della bocca dello spessore d'once* 3.

In tali condizioni, in luogo d'assumere $s_n = 0,6 \times 12n$, si dovrà assumere, sui riflessi fatti nell'*osservazione* al caso II, $s_n = h \times 12n = 0,701 \times 12n = 8,412n$, talchè si avrà:

$$r_n = \frac{8,412n}{11(3n+10)}, \quad \text{e quindi} \quad \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} = \frac{0,3n+1}{\sqrt{(0,0842n^2+0,6n+1)}},$$

ed in luogo della velocità teorica v, si dovrà assumere kv; e quindi la velocità dell'efflusso sarà:

$$v'_n = \frac{kv}{\sqrt{(1-r_n^2)}}, \quad \text{e} \quad \frac{v'}{kv} = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}.$$

Chiamando Q_n^v l'efflusso di questo caso, ed m_n^v il coefficiente di riduzione, varrà, come nel caso III, la proporzione

$$Q_n^v : Q''_n = v'_n : kv; \quad \text{sarà quindi del pari} \quad Q_n^v = \frac{v'_n}{kv} Q''_n;$$

e finalmente

$$Q_n^v = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} Q''_n \quad \text{ed} \quad m_n^{IV} = \frac{Q_n^v}{Q_n}.$$

Caso VI. — *Efflusso nelle combinate circostanze del caso IV, e della stessa prima ipotesi del caso II.*

Chiamando Q_n^{vi} ed m_n^v l'efflusso ed il coefficiente di riduzione, avremo, con analoghi ragionamenti,

$$Q_n^{vi} = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} Q''_n, \quad \text{ed} \quad m_n^v = \frac{Q_n^{vi}}{Q_n};$$

ma in luogo d'assumere i valori di r_n del caso IV, si dovrà assumere, in base all'*osservazione* apposta al caso II, ed analogamente a quanto si disse nel precedente,

$$r_n = \frac{8,412n}{6,4(3n+10)}, \quad \text{per cui si avrà} \quad \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} = \frac{0,3n+1}{\sqrt{(0,0727n^2+0,6n+1)}}.$$

Calcolando ora i valori di $Q_n^v, Q_n^{vi}, m_n^{iv}, m_n^v$ da $n=1$ ad $n=10$, colle suddette relazioni, e con quella della prima ipotesi del caso II, in cui si ha: $Q''_n = 37,965n$, avremo il seguente prospetto.

n	CASO V			CASO VI		
	$\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}$	Q_n^v	m_n^{IV}	$\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}$	Q_n^{vi}	m_n^v
1	1,00172	38,030	0,6611	1,00516	38,161	0,6634
2	1,00457	76,277	0,6630	1,01377	76,975	0,6691
3	1,00731	114,727	0,6648	1,02246	116,463	0,6749
4	1,00972	153,336	0,6664	1,03005	156,426	0,6798
5	1,01180	192,065	0,6678	1,03665	196,782	0,6842
6	1,01358	230,888	0,6690	1,04237	237,442	0,6880
7	1,01513	269,777	0,6700	1,04734	278,335	0,6912
8	1,01645	308,715	0,6709	1,05168	319,422	0,6941
9	1,01771	347,736	0,6717	1,05550	360,648	0,6966
10	1,01863	386,722	0,6723	1,05888	402,003	0,6989

L'esame di questo prospetto suggerisce le stesse conseguenze di quello dei casi III e IV, salva la maggior grandezza assoluta dei coefficienti, dovuta allo spessore delle luci.

Caso VII. — *Efflusso del caso V, supposto che venga ricevuto dalla tromba scoperta.*

Abbiamo visto, all'art. 8, che la tromba scoperta impedisce l'efflusso, e che l'impedimento può calcolarsi atto a diminuirlo d'$\frac{1}{10}$, secondo le esperienze di Poncelet, fatte con canali aperti successivi alle luci, inclinati $\frac{1}{100}$, lunghi 3^m, e larghi quanto e più delle luci medesime; ed anco secondo le esperienze di Lesbros, fatte con luci seguite da canali aperti, lunghi $2^m,25$, larghi come le luci, ed a fondo orizzontale ma depresso 0,05 sotto le soglie delle luci.

Ad onta di ciò, per evitare di peccare in eccesso, limiterò la diminuzione dell'efflusso ad $\frac{1}{11}$ di quello corrispondente al caso V. E chiamando $Q_n^{vii}\, m_n^{vii}$ la portata ed il coefficiente di riduzione, per questo caso si avrà:

$$Q_n^{vii} = \frac{10}{11} Q_n^{v} \qquad m_n^{vi} = \frac{Q_n^{vii}}{Q_n} = \frac{10}{11} m_n^{iv}.$$

Caso VIII. — *Efflusso del caso VI, coll'aggiunta della tromba scoperta.*

Chiamando $Q_n^{viii}\, m_n^{viii}$ l'efflusso unitario ed il coefficiente di riduzione relativi a questo caso, avremo, per le stesse ragioni:

$$Q_n^{viii} = \frac{10}{11} Q_n^{vi} \qquad m_n^{vii} = \frac{10}{11} m_n^{v}.$$

Nel seguente prospetto si presentano tanto i valori di $Q_n^{vii}, Q_n^{viii}, m_n^{vi}, m_n^{vii}$ da $n=1$ ad $n=10$, quanto i valori Q_n^{p}, m_n^{p}, ossia gli efflussi ed i coefficienti di riduzione trovati dall'ingegnere Parrocchetti ne'suoi esperimenti, eseguiti nelle circostanze del caso VII.

n	CASO VII		CASO VIII		ESPERIENZE DEL PARROCCHETTI		
	$Q_n^{vii}=\frac{10}{11}Q_n^{v}$	$m_n^{vi}=\frac{10}{11}m_n^{iv}$	$Q_n^{viii}=\frac{10}{11}Q_n^{vi}$	$m_n^{vii}=\frac{10}{11}m_n^{v}$	Q_n^{p}	m_n^{p}	$\frac{Q_n^{p}-Q_n^{vii}}{Q_n^{vii}}$
1	34, 537	0, 6010	34, 692	0, 6031	34, 600	0, 6015	0, 0008
2	69, 343	0, 6027	69, 977	0, 6083	69, 520	0, 6043	0, 0026
3	104, 297	0, 6044	105, 875	0, 6135	104, 640	0, 6064	0, 0033
4	139, 396	0, 6058	142, 205	0, 6180	140, 180	0, 6088	0, 0050
5	174, 605	0, 6071	178, 893	0, 6220	175, 850	0, 6114	0, 0071
6	209, 898	0, 6082	215, 856	0, 6255	211, 860	0, 6138	0, 0092
7	245, 252	0, 6091	253, 032	0, 6284	248, 360	0, 6168	0, 0126
8	280, 650	0, 6099	290, 384	0, 6310	285, 120	0, 6196	0, 0159
9	316, 124	0, 6106	327, 862	0, 6333			
10	351, 565	0, 6112	365, 457	0, 6354			

Nell'ultima colonna di questo prospetto ho calcolato le differenze fra gli efflussi osservati Q_n^{p}, ed i calcolati Q_n^{vii}, in parti proporzionali di questi ultimi. Ora, dai valori di questa colonna apparirebbe che gli efflussi osservati vanno continuamente crescendo in

confronto ai calcolati, ciò che potrebbe derivare da una delle due seguenti circostanze, e cioè: o da aumenti effettivi, producibili da diminuzioni successive d'impedimenti della tromba scoperta al crescere della luce; o da mere apparenze d'aumenti, per essere stata calcolata meno del vero la velocità iniziale dell'acqua nella tromba coperta, ossia per essersi assunto $S_n = 11(3n + 10)$ nelle calcolazioni dei casi III, V e VII, invece d'assumere un valore più piccolo.

La prima delle due circostanze non ha alcuna ragione sufficiente per esistere, in quanto che, se la tromba scoperta fosse larga come il modulo, l'acqua in essa scorrente avrebbe sempre la stessa altezza e velocità, e l'impedimento che farebbe all'efflusso, sarebbe uguale per tutte le bocche; e poichè essa invece è più larga del modulo della costante quantità media d'once 7, è chiaro che l'altezza della falda rigurgitante deve crescere al crescere del modulo, e con essa deve pur crescere l'impedimento. È vero che deve pur crescere alcun poco anco la velocità, e che quindi deve pure diminuire d'alcun poco per questo titolo l'effetto del rigurgito; ma è pur vero che è già molto il concedere che l'effetto possa raggiungere la misura della causa, e la diminuzione compensare l'aumento; e perciò questa circostanza non potrebbe in alcun modo spiegare l'uniforme e costante incremento d'efflusso delle bocche più larghe.

La seconda circostanza invece ha tutti i caratteri della verità, trattandosi, come qui si suppone, di tromba coperta senza stivi e paratoja, in cui l'acqua è mantenuta a battente da artifizj superiori, onde la sezione all'incile non può avere che la velocità indispensabile a mantenere la continuità nella massa fluida.

Ho provato al caso III dover essere $S_n < 11(3n + 10)$, ed ho assunto $S_n = 11(3n + 10)$ affatto arbitrariamente e senza alcuna guida; ora gli esperimenti del Parrocchetti ponno offrire dati attendibilissimi per fissare il vero valore di S_n, ed in base ai medesimi ammetterò doversi prendere $S_n = 8{,}25(3n + 10)$; ciò che vale il supporre, che lo strato inferiore alto once $5\ ^3/_4$ sia stagnante, e che lo strato superiore alto once $8\ ^1/_4$ sia ugualmente veloce in ogni suo punto (55).

Operando come si fece pel caso V, avremo:

$$r_n = \frac{8{,}412\,n}{8{,}25(3n+10)} \quad \text{ed} \quad \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} = \frac{0{,}3n+1}{\sqrt{(0{,}0796\,n^2+0{,}6n+1)}}$$

$$Q_n^{\text{v}} = \frac{0{,}3n+1}{\sqrt{(0{,}0796\,n^2+0{,}6\,n+1)}}\,Q_n'' \quad \text{ed} \quad m_n^{\text{iv}} = \frac{Q_n^{\text{v}}}{Q_n};$$

e poichè abbiamo

$$Q_n^{\text{vii}} = \frac{10}{11}\,Q_n^{\text{v}} \quad \text{ed} \quad m_n^{\text{vi}} = \frac{10}{11}\,m_n^{\text{iv}},$$

eseguendo le opportune calcolazioni, avremo il seguente prospetto.

---

(55) L'assunzione d'una velocità iniziale sensibilmente maggiore della media di tutta la sezione bagnata della tromba, ma tuttavia minore della massima, oltre al non soddisfare agli esperimenti del Parrocchetti, non si spinge neppure fin là dove si spinse il Richelmy, il quale ammette anzi doversi in simili casi assumere per velocità iniziale la massima. (*Mem. della R. Accademia di Torino*, Tom. XIV, an. 1854, pag. 308.)

n	CASO V			CASO VII		ESPERIENZE DEL PARROCCHETTI	
	$\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}$	$Q_n^v = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}} Q'_n$	$m_n^{iv} = \frac{Q_n^v}{Q_n}$	$Q_n^{vii} = \frac{10}{11} Q_n^v$	$m_n^{vi} = \frac{10}{11} m_n^{iv}$	Q_n''	m_n''
1	1, 00309	38, 082	0, 6620	34, 621	0, 6019	34, 600	0, 6015
2	1, 00823	76, 555	0, 6654	69, 595	0, 6049	69, 520	0, 6043
3	1, 01322	115, 401	0, 6687	104, 910	0, 6079	104, 640	0, 6064
4	1, 01776	154, 557	0, 6717	140, 506	0, 6107	140, 080	0, 6088
5	1, 02164	193, 932	0, 6743	176, 302	0, 6130	175, 850	0, 6114
6	1, 02479	233, 436	0, 6764	212, 215	0, 6149	211, 860	0, 6138
7	1, 02764	273, 100	0, 6782	248, 273	0, 6166	248, 360	0, 6168
8	1, 03011	312, 865	0, 6799	284, 423	0, 6181	285, 120	0, 6196
9	1, 03228	352, 713	0, 6813	320, 548	0, 6194		
10	1, 03418	392, 626	0, 6826	356, 933	0, 6205		

Ecco dunque ridotti i risultamenti del calcolo del caso VII pressochè identici ai valori Q_n'', m_n'' degli esperimenti del Parrocchetti, con che sono ben lungi dal volerne inferire l'attendibilità dei parziali elementi del calcolo stesso; ma nessuno potrà negarmi l'attendibilità, vogliasi pure empirica, del complesso di essi elementi, ossia quella dei loro finali risultamenti.

Dall'esame di questo prospetto possiamo intanto ricavare alcune utili conseguenze, e cioè:

1.° Che la tromba scoperta impedisce realmente l'efflusso, ma che l'impedimento può ritenersi uguale per tutte le bocche, come evincesi dalla tenuità dei valori omologhi delle differenze $m_n^v - m_n''$, con che in pratica viene tolto ogni effetto sensibile al difetto, notato dal Barattieri, di proporzione fra le larghezze della bocca e della tromba scoperta; mentre all'opposto la tromba coperta conserva ai risultati finali l'influenza aumentatrice dell'efflusso, in maggiori proporzioni per le grandi che per le piccole luci.

2.° Che la tromba scoperta elide totalmente l'aumento d'efflusso producibile dalla grossezza d'once tre del modulo, giacchè gli esperimenti del Parrocchetti provano che essa riproduce assai prossimamente i risultamenti del caso III (56), in cui manca la presenza d'ambo questi elementi; talchè se l'aumento producibile dalla grossezza è d'$\frac{1}{10}$ dell'efflusso della luce in lastra sottile, come supposi in base agli esperimenti del Michelotti, la diminuzione producibile dall'impedimento opposto dalla tromba è d'$\frac{1}{11}$ dell'efflusso pel modulo in lastra d'once tre, come si può dedurre dagli esperimenti di Poncelet e di Lesbros; ma ove quell'aumento fosse invece maggiore, come, p. e., d'$\frac{1}{9}$, o minore, come p. e., d'$\frac{1}{11}$, la diminuzione ugualmente riuscirebbe maggiore, ossia d'$\frac{1}{10}$ nel primo caso, e d'$\frac{1}{12}$ nel secondo:

(56) Perchè questa riproduzione avesse luogo con molta approssimazione, sarebbe d'uopo supporre

$$S_n = 7, 5(3n + 10),$$

ossia meno di quanto si suppose, non solo nella calcolazione del caso III, ma ben anco in quella del caso V, e ciò pel motivo che la velocità dell'efflusso è maggiore quando la lastra è sottile, come già si accennò nell'*osservazione* al caso II.

laonde se l'invenzione di queste due parti dell'edifizio magistrale dell'ingegnere Soldati non fu opera del caso, come per altro è assai probabile che lo sia stato, sarebbe ad essa appropriatissimo quel carattere di *stupendissimo trovato* che piacque al Brunacci d'attribuire al cielo morto; ed intanto si tributi la debita lode al signor Parrocchetti, che, co' suoi esperimenti, pose in luce un nuovo fatto d'idrometria pratica assai interessante.

3.° Che i coefficienti di riduzione dell'edifizio magistrale milanese, privo di paratoja ed a fondo orizzontale, si limitano ad oscillare fra 0,600 e 0,625 circa, e fra 0,600 e 0,640 se il fondo è acclive; di modo che, se sussiste l'opinione del Masetti, del Tadini, del Brunacci e della Direzione generale d'acque e strade, che il valore medio effettivo dei coefficienti di riduzione delle bocche dei nostri navigli sia assai maggiore, non potrà ripetersene la causa che dagli altri elementi dell'edifizio magistrale completo non posti a calcolo nell'efflusso dei casi VII e VIII, e dalle circostanze estrinseche, accennate all'art. 28.

Caso IX. — *Efflusso del caso VII, supposto aggiunta la paratoja, e supposto che il pelo del canale dispensatore sia elevato once 24 sulla soglia della bocca d'ingresso, ossia che l'afflusso avvenga con battente attivo di 10 once.*

Abbiamo veduto all'art. 29 come, con argomenti d'analogia agli esperimenti dell'ing. Merlo ai numeri 3.°, 4.° ed 8.° del prospetto Parrocchetti, si possa, per grossolana approssimazione, valutare l'aumento d'efflusso, dovuto alla forza viva dell'afflusso, ad $\frac{1}{18}$ di quello che avrebbe luogo a tromba aperta all'incile, quando però la bocca sia d'una sola oncia. È evidente che un tale aumento d'efflusso deve crescere al crescere dell'ampiezza delle bocche, perchè il volume dell'acqua che trovasi nella tromba, aumenta in proporzione minore della massa d'acqua affluente, e perciò l'effetto della forza viva dell'afflusso, che assai verosimilmente è in ragione diretta della massa urtante ed inversa dell'urtata, deve crescere in uguale proporzione. Ora il rapporto fra la massa d'acqua affluente nella tromba della bocca d'un'oncia e di n once è come $1 : n$, mentre quello dei volumi d'acqua esistenti nella tromba stessa è come $13 : 3n + 10$; dunque l'effetto della forza viva dell'afflusso per una bocca di n once deve essere $\frac{13n}{3n+10}$ volte quello che ha luogo nella bocca d'un'oncia; e poichè quest'ultimo, nelle condizioni di cui sopra, è $\frac{1}{18}$, ne segue che l'incremento di portata d'una bocca magistrale di n once a fondo orizzontale, per effetto dell'urto dell'acqua affluente al di sotto della cateratta, al paragone della bocca stessa aperta interamente all'incile, sarà $\frac{13n}{18(3n+10)}$ della portata medesima.

Dette quindi $Q_n^{\text{IX}}, m_n^{\text{VIII}}$ le portate ed i coefficienti per questo caso, avremo:

$$Q_n^{\text{IX}} = Q_n^{\text{VII}} + \frac{13n\,Q_n^{\text{VII}}}{18(3n+10)} = \frac{67n+180}{54n+180}\,Q_n^{\text{VII}},$$

ed ugualmente

$$m_n^{\text{VIII}} = \frac{67n+180}{54n+180}\,m_n^{\text{VI}}.$$

Caso X. — *Efflusso del precedente caso, ma con fondo acclive.*

I volumi d'acqua esistenti nella tromba d'un'oncia, senza e con piano acclive, stanno fra loro come le altezze medie delle loro sezioni longitudinali, ossia come $14 : 10$, e quindi l'incremento d'efflusso d'una bocca d'un'oncia a fondo acclive, dovuto alla presenza della cateratta, deve essere $\frac{14}{10} \times \frac{1}{18}$, ossia $\frac{7}{90}$. Il rapporto dei volumi d'acqua esistenti nelle trombe delle bocche d'un'oncia e di n once è lo stesso del caso precedente,

ossia $\frac{13n}{3n+10}$, quindi l'incremento d'efflusso per questo caso, al confronto di Q_n^{vii}, sarà

$$\frac{7 \times 13n}{90(3n+10)} = \frac{91n}{90(3n+10)}.$$

Chiamati quindi Q_n^{x}, m_n^{ix} l'efflusso ed il coefficiente, avremo:

$$Q_n^{x} = Q_n^{viii} + \frac{91n}{90(3n+10)} Q_n^{viii} = \frac{361n+900}{270n+900} Q_n^{viii},$$

ed

$$m_n^{ix} = \frac{361n+900}{270n+900} m_n^{vii}.$$

Passando ora a calcolare i valori di Q_n^{ix}, m_n^{viii}, Q_n^{x}, m_n^{ix}, assumerò per valori di Q_n^{vii}, non già quelli collimanti colle esperienze del Parrocchetti, e pei quali sarebbe a calcolarsi $S_n = 7{,}5(3n+10)$, come osservai nella nota (56), ma quelli del prospetto relativo al caso VII, stato calcolato nell'ipotesi di $S_n = 11(3n+10)$, giacchè è evidente che, quando esiste la paratoja, la velocità delle sezioni prossime al gorgo della vena effluente deve essere, verso il fondo, assai maggiore di quella che vi esiste quando manca la paratoja.

n	CASO IX			CASO X		
	$\frac{67n+180}{54n+180}$	Q_n^{ix}	m_n^{viii}	$\frac{361n+900}{270n+900}$	Q_n^{x}	m_n^{ix}
1	1,0556	36,496	0,6345	1,2022	41,706	0,7250
2	1,0903	75,605	0,6572	1,2528	87,667	0,7620
3	1,1140	116,187	0,6733	1,2727	134,747	0,7808
4	1,1313	157,700	0,6854	1,2889	183,288	0,7966
5	1,1444	199,818	0,6947	1,2974	232,095	0,8070
6	1,1548	242,390	0,7023	1,3033	281,326	0,8151
7	1,1631	285,253	0,7084	1,3077	330,890	0,8218
8	1,1699	328,333	0,7135	1,3111	380,722	0,8273
9	1,1757	371,667	0,7179	1,3138	430,746	0,8320
10	1,1806	415,057	0,7215	1,3160	480,942	0,8361

Il primo appunto che giova fare nell'esame di questo prospetto è, che, dal confronto dei coefficienti m_n^{viii}, m_n^{ix} per la bocca d'un'oncia, emerge chiara la prova della seconda conclusione da me dedotta all'art. 21, in punto agli esperimenti del Parrocchetti sulle bocche a fondo acclive.

Questo stesso prospetto poi mette in rilievo la grande influenza della forza viva dell'afflusso per aumentare l'efflusso delle grandi bocche, e la assoluta necessità di eseguire le esperienze sull'edifizio magistrale completo, e non già sopra parti speciali di esso. Per quanto di ipotetico vi sia nel calcolo degli effetti di quest'ultimo elemento d'incremento dell'efflusso, pure la base ne è sperimentale, e gli altri elementi del calcolo sono razionali. I risultati finali medj d'altronde oscillano appunto intorno a quelli attribuiti da

uomini competenti, siccome ne fa prova il coefficiente $\frac{13}{16} = 0{,}8125$ (57) assegnato dalla Direzione d'acque e strade, e la misura media degli effettivi battenti delle bocche del naviglio della Martesana, calcolata dal Tadini d'once 4,388 (58), supposto 0,6134 il coefficiente dell'efflusso del caso I; i quali ultimi dati corrispondono al battente normale d'oncie 2, e ad un coefficiente di riduzione 0,775.

Infatti, fra le bocche a fondo acclive, quali sono generalmente quelle dei navigli e come appare dall'ultima colonna di questo prospetto, il coefficiente 0,775 di Tadini è maggiore di quello delle bocche al disotto d'once 3, e minore di quello delle bocche d'oltre 3 once; ed il coefficiente 0,8125 della Direzione d'acque e strade è maggiore di quelli delle bocche inferiori ad once 6, e minore di quelli delle bocche d'oltre 6 once.

È però da aversi presente, che, nel precedente prospetto, non furono posti a calcolo nè gli effetti del cielo morto, nè l'influenza della specola dei battenti sulla misura de' battenti stessi, e neppure il fatto osservato dal Parrocchetti nell'efflusso della bocca d'un'oncia a fondo acclive, perchè mi mancava ogni ragionevole fondamento per mettere a calcolo quegli effetti; come non si ebbe pure alcun riguardo alle tre circostanze estrinseche, che possono intervenire a viepiù aumentare l'efflusso (art. 28.)

La sola prima di quelle tre circostanze, ossia lo spessore d'once quattro del lastrone del modulo, di cui avvertii darsi non pochi esempj sui nostri navigli, può cagionare un aumento sensibilissimo.

Se, colle norme indicate nell' *osservazione* al caso II, e nelle calcolazioni dei casi IV, VI, VIII e X, ci facessimo, p. e., a calcolare il coefficiente d'una bocca di 20 once a fondo acclive, con once 30 d'altezza d'acqua nel naviglio sulla soglia, e colla luce scolpita in lastra grossa once quattro, troveremmo che la sua portata sarebbe di litri 1108,37 al 1″, corrispondenti a litri 59,019 per ogni oncia, in luogo della portata normale di litri 34,456; dimodochè il coefficiente di riduzione raggiungerebbe nullameno che la misura di 1,026, la quale corrisponderebbe ad un battente effettivo di once 11, supposto il coefficiente d'efflusso del caso I 0,6134, che è quello stato ammesso dal Tadini; laonde non vi ha nulla d'assurdo *a priori* nei battenti di 8, 9 e fino 10 once, che il Tadini disse d'avere rinvenuti in alcune bocche di tronchi superiori dei navigli, anco senza bisogno di dover ricorrere all'intervento delle altre due circostanze estrinseche, atte ad aumentare gli efflussi, ed accennate al suddetto art. 28 (59).

---

(57) Il coefficiente medio effettivo è forse 0,900, giacchè la portata complessiva assoluta dei due navigli, ridotta in once sulla base del coefficiente $^{15}/_{16}$, sommerebbe ad once 1918, mentre il numero totale d'once distribuite si limita a 1659; e se si calcolano le perdite d'evaporazione e filtrazioni del $4\frac{0}{0}$, si raggiunge appunto il valore 0,900 per coefficiente. (*Not. stat. sui fiumi*, ecc., pag. 145 e 213.) Questo dato poi toglie ogni incertezza sulla sussistenza o meno dell'ipotesi del Frisi, dandola a conoscere per assolutamente erronea (art. 20). Infatti, ove essa sussistesse, la bocca la cui soglia d'ingresso fosse depressa once 24 sotto il pelo del naviglio, avrebbe un battente d'once 12, e quindi, secondo la tavola del Belli (Colombani, pag. 327), emetterebbe effettive once 1,89 per ogni oncia nominale; laonde la sua portata sarebbe di litri 65,12 in 1″, e il suo coefficiente di riduzione 1,132 in luogo di 0,900. Se dunque da un lato è verissimo che, quanto più alto è il pelo d'acqua del canale dispensatore, tanto maggiore è l'efflusso della bocca, è pur verissimo dall'altro, che l'aumento è molto minore del dovuto a quell'altezza, considerata qual effettivo battente della luce.

(58) Bruschetti, *Storia dell'irrig. del Milanese*, p. 367, nota (*i*)

(59) Tadini, op. cit. — Il Masetti ed altri idraulici credono erronea l'indicazione del battente, data dall'altezza dell'acqua nel lato verticale e più lungo di

Art. 32. Le enormi differenze possibili degli efflussi delle bocche milanesi, le quali potrebbero forse variare come 1 : 2, non sono dunque semplici differenze d'opinioni, ma bensì fatti di tutta certezza. Ciascuna delle parti integranti dell'edifizio dispensatore ha un'influenza diretta per far variare i coefficienti di riduzione, e per alterare radicalmente le condizioni normali della giusta dispensa, che sono:

1.° la pura pressione d'un dato battente,

2.° la luce a contrazione completa,

3.° lo sgorgo libero;

mentre all'invece sarebbe agevolissimo il soddisfare a queste condizioni senza introdurre nell'edifizio modificazioni dispendiose, ed ottenere che il coefficiente rimanesse costante per tutti i casi contingibili, ed uguale a 0,599.

E qui mi credo in debito di evadere in prevenzione ad una domanda che a tale proposta mi verrebbe fatta dal Tadini, se tuttora vivesse: — Giacchè trovate la necessità di eliminare la variabilità di tutti questi coefficienti, perchè non seguite il mio consiglio di far senza anche d'un solo di essi, obbligando l'acqua ad effluire senza contrazione? »

I perchè sono molti, e cioè:

1.° i coefficienti di riduzione per le luci a contrazione completa sono ormai determinati con tale esattezza, da non potersi più dubitare sui risultamenti dei calcoli fatti in base ai medesimi;

2.° se si vuole ottenere uno sgorgo a gola piena, di portata identica alla teorica per le luci libere, oltre all'assoluta incertezza in cui siamo sulle forme da darsi alle superficie degli imbuti sì nell'interno che all'esterno della tromba, per ogni ampiezza di bocca si va incontro alla grave difficoltà di loro esatta esecuzione;

3.° se si vuole ottenere uno sgorgo di portata identica alla teorica per le luci interamente rigurgitate, o rigurgitate con controbattenti, io penso che alla precedente difficoltà, altra notabile si aggiungerebbe, cioè il grave dubbio della sussistenza, tanto dell'ipotesi ammessa dal Tadini del moto uniforme dell'acqua nel canale per fili paralleli al suo asse, quanto dell'identità fra la portata teorica dovuta al battente attivo e la portata effettiva; dubbio che oggidì viene promosso dalla serie degli esperimenti di Lesbros 1617-1667 al quadro XVIII, ed alle tavole 23 e 24, fatti in circostanze quasi totalmente analoghe a quelle degli esperimenti del regolatore a piena doccia di Tadini, esclusivamente però alla soppressione della contrazione; nella qual serie d'esperimenti, oltre al presentarsi nella doccia una superficie liquida assai più depressa vicino alla luce che altrove, con contropendenza perfino di 9 centimetri nel limitato spazio di centimetri 20, si presentano per giunta efflussi assai più prossimi a quelli relativi a docce libere senza traverse, che a docce interamente rigurgitanti le luci (60).

---

un tubo angolare retto, di cui venga presentata la bocca del lato orizzontale e più corto ad un filo d'acqua affluente; ma l'impiego di questo mezzo per trovar l'altezza d'acqua fuori della chiamata di sbocco, verificato esatto da Bidone, Boileau, ed in ultimo da Francis (Colombani, Mem. cit., pag. 180), ridonano fiducia alle indicazioni di questo strumento semplicissimo, usato dal Tadini per determinare quei battenti.

(60) Anche Boileau, esperimentando sugli efflussi di luci senza contrazione sul fondo e nei lati, ricevuti da brevi canali, osservò in questi siffatte circostanze di moto, che protesterebbero totalmente contro la teoria di Tadini. Egli dice, a pag. 203 del suo *Traité de la mesure des eaux courantes:* « Dans les coursiers courts et horizontaux ou peu inclinés, le courant d'aval se gonfle progressivement, jusqu'à ce qu'il

Quand'anco poi la soppressione delle contrazioni bastasse a generare il moto uniforme dell'ipotesi tadiniana, non per questo il regolatore del Tadini potrebbe utilmente impiegarsi in pratica, pei seguenti motivi:

1.° perchè offrirebbe il grave inconveniente di frequenti e notabili variazioni d'efflusso, derivante da minimi cangiamenti di pelo d'acqua nel canale dispensatore, giacchè essendo tutta la velocità dell'efflusso dovuta, non già al carico sul centro della luce, ma al solo carico d'un battente capace d'indurre la velocità d'1^m in $1''$, ossia di soli 51^{mm} di altezza, è evidente che ogni piccolo cangiamento di pelo del canale dovrebbe produrre una sensibile variazione di velocità nell'efflusso. E difatto, se quel pelo s'elevasse o si abbassasse d'once 2, il battente nella tromba crescerebbe o diminuirebbe di mezz'oncia circa, ma una mezz'oncia in più od in meno per un carico attivo sul centro della luce d'once 4, quale è quello della bocca milanese, farebbe crescere o calare l'efflusso come $\sqrt{4} : \sqrt{4 \pm \frac{1}{2}}$, ossia come $4 : 4{,}06$, o come $4 : 0{,}94$, mentre per un carico di poco più d'un'oncia, qual sarebbe quello del regolatore del Tadini, l'efflusso crescerebbe o diminuirebbe come $\sqrt{1} : \sqrt{1 \pm \frac{1}{2}}$, ossia come $4 : 1{,}22$, o come $4 : 0{,}71$; e poichè in pratica il toccare ai battenti ad ogni cangiamento di pelo d'acqua nel canale dispensatore non è nè possibile nè conveniente, così, ad onta di tutti gli encomj dati al regolatore a piena doccia dal suo autore e dai molti suoi ammiratori, io non crederei che esso fosse per raggiungere lo scopo che il suo autore ebbe di mira;

2.° perchè le dimensioni assegnate al bottino scoperto, in sostituzione della tromba coperta, di 30^m di lunghezza e di sezione decupla di quella della luce, mentre produrrebbero gli inconvenienti già notati all'art. 19, dipendentemente dalla notabile lunghezza, non basterebbero tuttavia ad impedire ogni velocità iniziale nella sezione della luce, ad incremento di quella dovuta al battente; infatti, essendo $r = 0{,}1$, sarebbe $\frac{1}{\sqrt{(1-r^2)}} = 1{,}005$, per cui l'efflusso crescerebbe d'$\frac{1}{2}\frac{0}{0}$ oltre il teorico;

3.° perchè il sistema suggerito dal Tadini, di agevolare i movimenti della cateratta d'incile col ristringerla allungandone l'apertura, oltre al pregiudicare d'alcun che gli estraenti in tempi e località di poca altezza d'acqua sulla soglia, riuscirebbe incomodissimo in pratica, poichè non permetterebbe sempre di chiudere, occorrendo, la bocca colla stessa paratoja, ma obbligherebbe a ricorrere ad assiti postiecì, come ne avverte lo stesso Tadini (61); oltre di che poi, quel restringimento toglierebbe all'edifizio il vantaggio, che pure ha il magistrale milanese, di manifestare a colpo d'occhio la sua competenza;

4.° perchè il lasciar libero agli estraenti le dimensioni della bocca, salvo l'area, è tal condizione che non si potrebbe con tutta sicurezza ritenere innocua alle parti, prima d'averla comprovata con numerose serie d'esperimenti, giacchè, per quanto il Tadini sia persuaso della verità della sua ipotesi sul movimento dell'acqua nel suo regolatore,

---

ait atteint une hauteur égale à la charge nécessaire pour produire l'écoulement de tout le volume débité par une sorte de déversoir». Dalle quali cose è evidente che, anche l'opinione d'assumere a base del sistema di dispensa d'acqua, l'efflusso comunque rigurgitato, condurrebbe ad incertezze e ad errori, perchè è incerto a qual distanza dalla luce debba misurarsi il livello del pelo di rigurgito; perchè una tal distanza è assai verosimilmente variabile; perchè incerti sono i coefficienti di riduzione, ed incerte sono pur anco le formole da assumersi per calcolare la portata teorica.

(61) Tadini, op. cit., art. 108.

è assai difficile che quella persuasione entri nei contraenti delle bocche d'acqua. Siffatta pratica poi, come la precedente, toglierebbe all'edifizio la proprietà di porgere a prima vista la portata della bocca, senza contare che tutto ciò che si lascia in arbitrio delle parti in un istrumento misuratore, può sempre dar luogo a contrasti fra le parti medesime;

5.° perchè finalmente la traversa rigurgitante, il livello del di cui piano superiore avrebbe una notabile influenza sull'efflusso, si troverebbe troppo esposta a facili manomissioni, e sarebbe pure facile causa di contese.

Art. 33. Anche l'ingegnere Parrocchetti si occupò di questo argomento, proponendo l'edifizio dispensatore dei moduli d'acqua piemontesi, sulla base dell'edifizio magistrale milanese, perfezionato ed applicato alla misura di essi moduli.

Le principali modificazioni consistono:

1.° Nel munire la cateratta d'una vite di richiamo, o d'altro simile congegno, pel suo facile movimento, e d'un idrometro regolatore della sua posizione; ambe le quali modificazioni sarebbero utilissime;

2.° Nel fare la larghezza della bocca all'incile alquanto maggiore di quella del modulo, senza indicare però se il di più sia di 5 centimetri per le bocche di qualsiasi grandezza, o di 5 centimetri per ciascun modulo; la qual modificazione agevolerebbe la derivazione in acque magre;

3.° Nel dare alla sezione della tromba anteriore o calice una larghezza quadrupla di quella del modulo, e $0^m,70$ d'altezza d'acqua (62). Ho già dimostrato in più luoghi la necessità di proporzionare la sezione della tromba a quella del modulo, onde rendere il valore di $\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^2)}}$, costante rispetto ad n; convengo pienamente col sig. Parrocchetti nella proposta larghezza, quadrupla di quella del modulo, perchè una minore potrebbe alterare la contrazione laterale delle bocche di meno d'un modulo, ma non posso convenire nell'idea di far precedere la tromba da un condotto murato, largo soltanto quanto l'incile nelle località occupate da argini o strade, giacchè la presenza di questo condotto pregiudicherebbe gli estraenti negli stati d'acque magre;

4.° Nel dare al calice 10^m di lunghezza. Questa modificazione servirà certamente a diminuire d'assai la forza viva dell'afflusso, ma non mai a renderne trascurabili gli effetti; e difatti, prendiamo ad esempio l'edilizio magistrale d'un'oncia milanese, ove gli si applicasse il calice proposto dal Parrocchetti. Siccome l'altezza d'acqua nella tromba sarebbe uguale a quella dell'edifizio suddetto, i volumi d'acqua contenuti nella tromba attuale e nella modificata sarebbero proporzionali alle sezioni orizzontali, ossia a $120(3n+10)$, ed a $200\times4\times3n$; il loro rapporto sarebbe quindi $\frac{3}{20}+\frac{1}{2n}$.

---

(62) Il Parrocchetti, considerando che il caso più frequente di derivazione d'acqua in Piemonte avviene per canali dispensatori non navigabili, la di cui altezza d'acqua è generalmente assai minore di quella dei nostri navigabili, collocò la soglia del modulo e della cateratta a livello del fondo del canale, e per ottenere $0^m,70$ d'acqua nel calice, situò il suo fondo $0^m,30$ più depresso di quel livello. In tal modo l'estraente avrebbe il massimo utile in acqua assai magra, finchè l'efflusso può mantenersi libero dal rigurgito del cavo d'estrazione; ma il fissare per norma generale la soglia del modulo a livello del fondo del canale dispensatore, anche per tutti i casi in cui una tale prescrizione non occorresse, potrebbe dar luogo all'inconveniente del rigurgito suddetto.

Se supporremo, p. e., che il battente attivo nel canale dispensatore sia di 10 once, nel qual caso abbiamo veduto che l'efflusso cresce $\frac{1}{18}$ per l'urto dell'afflusso, avremo pel caso di $n=1$, ossia della bocca d'un'oncia, un aumento d'efflusso di $\frac{13}{20} \times \frac{1}{18} = \frac{1}{28}$ circa, di modo che il coefficiente di riduzione crescerebbe da 0,600 a 0,621.

La lunghezza proposta è dunque insufficiente, e sotto questo rapporto fece meglio il Tadini proponendola tripla.

5.° Nello scolpire la luce in lastra di ghisa grossa un centimetro, applicata ad una lastra di vivo grossa un decimetro; la qual modificazione è prescritta dalla legge sarda (63).

6.° Nel far la tromba scoperta lunga soltanto 2^m, larga quasi come la milanese, con fondo pendente $\frac{1}{40}$, e depresso sotto il lembo del modulo 10 centimetri, ossia il doppio di quanto si deprime il fondo della tromba scoperta della pratica milanese. Ora il signor Parrocchetti, tenendo per fermo che questa non impedisce menomamente l'efflusso, come gli parve di poter dedurre da' suoi esperimenti, stimò del pari che le tre modificazioni proposte per renderlo viepiù libero, dovrebbero raggiungere ad abbondanza lo scopo; ma dopo quanto si disse sull'effetto della tromba scoperta della pratica milanese, e specialmente sugli esperimenti di Lesbros, nota (13), sarà agevole il convincersi che tali modificazioni non ponno bastare all'uopo, e che la perdita della forza viva dell'efflusso contro il piano rigido della tromba a soli 10 centimetri dalla soglia della bocca, non potrebbe a meno che reagire sulla velocità dell'efflusso medesimo (64).

Considerando poi l'edifizio proposto dal lato economico, si vede che dovrà importare una rilessibile spesa di costruzione, attesa la notabile sua larghezza, abbenchè non sia da coprirsi, e tanto più che la tromba scoperta si dovrà necessariamente munire allo sbocco di qualche opera di difesa contro l'effetto del salto immediato dell'acqua sul fondo disarmato del canale estrattore.

Le quali osservazioni permettono ancora di immaginare nuove combinazioni, che non offrano gli inconvenienti delle proposte del Tadini e del Parrocchetti, e ciò è quanto mi appresto a fare nel seguente articolo, proponendo un nuovo artifizio, a sostituzione dell'edifizio magistrale prescritto per le derivazioni dei navigli milanesi, colle modificazioni opportune per applicarlo anco alle derivazioni da canali di semplice irrigazione, sì pubblici che privati. (*Vedasene il disegno nella qui annessa tavola.*)

Art. 34. L'incile sarà identico all'attuale, salvo a sostituire, come propose il Brunacci, per esso e per tutte le altre parti dell'edifizio, il mezzo decimetro all'oncia del braccio milanese. Sarà utile l'arrotondare gli spigoli esterni degli stivi, per diminuire la contrazione all'ingresso; sarà pure utile l'applicare alla cateratta una vite di richiamo, od altro congegno atto ad agevolarne i movimenti, come propose il Parrocchetti, e due scale idrometriche sulle faccie degli stivi contigue alla cateratta, su cui sia scolpita, da un lato una scala di cinque in cinque centimetri pei peli d'acqua, e dall'altro una scala corrispondente, con cui facendo collimare un indice fisso nella cateratta, venga questa a trovarsi a giusta altezza, e ciò in relazione alla proposta del Brunacci.

---

(63) Cod. civ. degli Stati sardi, art. 643.

(64) Francis trovò la diminuzione d'$\frac{1}{1000}$ nell'efflusso quando il piano su cui cadeva era depresso $0^m,153$ sotto la soglia dello stramazzo (Colombani, *Gior. dell'Ing. Arch.*, aprile, 1858, pag. 180 *a*).

Non semplicemente utile, ma necessario a rendere perfetto un edifizio di dispensa d'acqua, sarebbe un meccanismo automotore della paratoja, mediante il quale questa potesse trovarsi sempre alla giusta posizione al variare del pelo d'acqua nel canale dispensatore, o che, quanto meno, valesse ad ottenere quest'effetto ad ogni abbassamento di esso pelo, giacchè poco potrebbe interessare l'ottenerlo anche nei casi di sua elevazione. Diversi congegni furono proposti, ed è agevole l'immaginarne uno o più, ma non ugualmente agevole è l'applicarli in pratica, senza incontrare i due gravi inconvenienti già accennati dal Brunacci (65): il principale dei quali sta in ciò, che l'attrito, costituendo il primo elemento di resistenza di siffatti congegni, e variando esso colla durata dei contatti, cogli stati igrometrici e termometrici che fanno variare le dimensioni dei varj membri del meccanismo, coll'irruginimento, ecc., è impossibile che esso possa sempre essere sensibile alle minime variazioni di forza motrice, dipendenti da minime variazioni di pelo d'acqua. L'altro inconveniente, non minore di questo, è la facilità di manomissione di tali ordigni; ad evitar la quale occorrerebbe di chiudere l'edifizio di dispensa in un locale apposito, non accessibile che in concorso d'ambe le parti interessate, come si fa delle chiaviche di scolo e delle bocche di derivazione nel Mantovano, ciò che accrescerebbe notabilmente la spesa di costruzione. Però, se i grandi progressi fatti dalla meccanica trovassero il modo di eliminare il primo inconveniente, non v'ha dubbio che la perfezione che con esso acquisterebbe la pratica di dispensa, potrebbe renderne tollerabilissima la maggior spesa di costruzione.

La vasca parallelepipeda rettangola, o tromba coperta, sarà lunga $6^{m},00$, larga metri $0,15n + 0,80$, essendo n il numero d'unità di dispensa d'acqua; il pavimento sarà orizzontale, e depresso $0^{m},30$ sotto la soglia della luce d'afflusso, e $0^{m},70$ sotto quella della luce d'efflusso.

Due diaframmi verticali ed uno orizzontale divideranno la tromba in varj scompartimenti, tutti fra loro comunicanti: un primo diaframma, nascente dal fondo e murato nelle pareti, la attraverserà ortogonalmente al suo asse, ad un metro di distanza dalla parete anteriore, ed avrà l'altezza di $0^{m},60$; un secondo, situato ad un metro di distanza dal primo, e parimenti fisso nelle pareti, ma sollevato $0^{m},40$ dal fondo, sarà alto non meno di $0^{m},75$. Il terzo diaframma sarà un tavolato orizzontale di ghisa, grosso un centimetro, largo quanto la tromba, lungo $4^{m},00$, sollevato $0^{m},40$ dal fondo, e situato fra il secondo diaframma e la parete del modulo, in modo da dividere questa porzione di tromba in due camere, l'una inferiore, l'altra superiore. Esso poi sarà pertugiato da tanti fori circolari d'un decimetro di diametro, alla minima distanza di 2 centimetri fra loro.

Il modulo di forma rettangola, aperto nella mezzaria della faccia posteriore della tromba, avrà $0^{m},15n$ di larghezza, $0^{m},20$ d'altezza, e $0^{m},10$ di battente, cosicchè l'altezza totale dell'acqua nella tromba sarà d'$1^{m},00$. Sarà esso formato da un telajo di ghisa grosso un centimetro, colle faccie interne esattamente piane e rettangole, il quale verrà applicato ad un lastrone di pietra grosso $0^{m},20$, in cui sarà del pari scolpita una luce rettangolare, i di cui lati saranno più lunghi di 3 centimetri per ogni parte dei contigui del telajo

(65) Brunacci, op. cit., §§ 151-156.

di ghisa, e le di cui quattro pareti interne saranno tagliate ad angoli semiretti rispetto al piano del modulo stesso.

Fra il modulo e l'una delle pareti della tromba, in prossimità allo spigolo d'un angolo diedro dei due piani, il lastrone di pietra verrà perforato da due tubi cilindrici di ferro, di 3 millimetri di diametro; tangenti, l'uno superiormente, l'altro inferiormente, alla linea del battente; distanti fra loro 5 centimetri; e sporgenti un decimetro circa oltre il lastrone del modulo. La tromba scoperta sarà un pozzetto o vasca parallelepipeda rettangolare, come la coperta, avente le pareti laterali nei prolungamenti di quelle della coperta, il fondo orizzontale depresso un metro sotto la soglia del modulo, ossia $0^m,30$ sotto quello della tromba anteriore, la lunghezza interna $2^m,00$, e chiusa allo sbocco da una traversa di cotto grossa $0^m,45$, ricoperta da soglia di vivo elevata $0^m,50$ sul fondo del pozzo, e spianantesi possibilmente a livello del fondo di terra del canale estrattore.

Art. 35. La semplice descrizione e l'ispezione del disegno dell'edilizio rende ragione dell'uffizio di tutte le sue parti, e prova che soddisfa a tutte le condizioni della giusta dispensa. Infatti, qualunque sia la violenza della vena affluente sotto la cateratta, la massima parte della sua forza viva verrà estinta prima contro il fondo e le pareti del primo pozzetto, e specialmente contro l'inerzia del primo diaframma e dell'acqua alta un metro sul fondo, mentre la massima parte della residua si estinguerà contro la resistenza del secondo diaframma, in modo che l'acqua entrerà nella camera inferiore della tromba per disotto di esso, con velocità appena sufficiente a conservare la continuità; velocità che probabilmente dovrà riprodursi a mezzo d'un tenuissimo strabattente, capace di far elevare l'acqua nella camera superiore, attraverso i fori del diaframma orizzontale, fino all'altezza del battente del modulo, il di cui livello verrà esattamente indicato dall'efflusso dei due tubetti indicatori, il quale dovrà essere a piena gola nel più basso, e nullo o di semplici gocce intermittenti nel più alto.

Da tutto ciò è agevole il convincersi

1.° che la superficie suprema del liquido nella camera superiore dovrà essere perfettamente stagnante, perchè il movimento essendo ascendente, con velocità uniforme in tutta la sezione orizzontale di essa camera, e generato dalla minima pressione dovuta alla differenza di livello fra la parte anteriore e posteriore della tromba, non v'ha ragione sufficiente a generare in quella superficie altro slivellamento, all'infuori di quello del gorgo ellittico conoidale che si presenta in vicinanza alla luce anche nei grandi serbatoj d'acqua stagnante; e che inoltre i due tubetti di ferro, collocati in prossimità ad uno degli angoli della parete della luce, l'uno a contatto per disotto, l'altro per disopra della linea del battente, indicheranno colla massima precisione quelle linee, quando avranno luogo per essi efflussi nelle condizioni superiormente accennate;

2.° che la sproporzionalità fra la sezione della tromba e quella del modulo delle bocche di varia misura potrà bensì far variare d'alcun che la differenza di livello fra le parti anteriore e posteriore della tromba, e con essa la velocità d'ascesa dell'acqua in questa, ma tali differenze di velocità non potranno avere veruna influenza sull'efflusso, prima di tutto perchè, qualunque possa essere tale velocità, essa sarà sempre sì piccola rispetto a quella dell'efflusso, attesa l'incomparabilità delle rispettive sezioni, da esser sempre trascurabile in pratica; ed in secondo luogo poi, perchè le direzioni di quelle due velocità saranno fra loro ortogonali;

3.° che l'efflusso seguirà a contrazione completa, perchè la luce è in lastra sottile, coi lati distanti $0^m,40$ dalle pareti, e $0^m,30$ dal fondo (66);

4.° che esso sarà perfettamente libero non appena il pelo del canale estrattore rimanga due centimetri più basso della soglia del modulo, giacchè il fondo del pozzo, o tromba scoperta, depresso $1^m,00$ sotto la soglia del modulo, non potrà avere alcuna influenza sull'efflusso, e la soglia dello stramazzo di sbocco di essa tromba, depressa $0^m,50$ sotto quella della luce, e larga metri $0,15n + 0,80$, permetterà sempre alla superficie del liquido, appoggiato al piano della luce, di rimanere depressa sotto la soglia della luce stessa (67).

Art. 36. Per comprovare col calcolo la verità degli accennati effetti del proposto edifizio, ho riunito nell'infrascritto prospetto i risultati numerici de'varj suoi elementi calcolati da $n = 1$ ad $n = 40$, preceduti dalle indicazioni degli elementi stessi in corrispondenza a ciascuna colonna del prospetto, le quali sono:

(1) n, numero delle once, cioè delle unità di dispensa d'acqua di ciascuna bocca da $n = 1$ ad $n = 40$.

(2) Q_n, efflusso unitario di ciascuna bocca, calcolato colle formole del caso I, art. 31, fatto in esse $l = 0^m,15$, $a = 0^m,20$; $b = 0^m,10$; e ritenuto $\sqrt{2g} = 4,42854$ ed $m = 0.5990$: onde si ha

$$Q_n = 57,764\,n \quad \text{a} \quad Q' = 35,192n \text{ litri in } 1''.$$

(3) N_n, numero dei fori circolari d'un decimetro di diametro, scolpiti nel diaframma orizzontale, distanti 12 centimetri da centro a centro, in modo che ogni fila longitudinale ne contiene 33, ed ogni orizzontale il massimo numero intero contenibile nella espressione $\frac{15n + 80}{12}$.

(4) A_n, superficie totale dei fori suddetti, espressa in decimetri quadrati; e poichè quella di ciascuno di essi è $\frac{\Pi}{4}$, ossia 0,7854, così sarà $A_n = 0,7854\,N_n$.

(5) $V_n = \frac{Q'_n}{A_n}$, velocità d'afflusso dalla camera inferiore alla superiore nella sezione dei fori del diaframma.

(6) h_n, altezza dovuta alla velocità V_n, ossia massima differenza di livello che potranno presentare i peli d'acqua nelle camere anteriore e posteriore della tromba, giacchè ad ajutare l'ascesa dell'acqua attraverso il diaframma potrà concorrere anco un residuo di forza viva della vena affluente. Essendo $r_n = \frac{0,6 \times 0.15n \times 0,20}{4(0.15n + 0,80)} = \frac{0,09n}{3n + 16}$ il rapporto

---

(66) Lesbros riconobbe che il gorgo che si presenta alla superficie dell'acqua contro ed a monte della luce cresce di profondità al diminuire del battente, e cresce di ampiezza al crescere di quella della luce, quindi è che per le bocche maggiori la larghezza del gorgo può estendersi al di là di once 5 dai lati verticali, e per tal motivo proposi otto once di distanza fra i detti lati e le pareti, onde il livello del battente non venga influenzato dal gorgo medesimo.

(67) Boileau esprime il dubbio che, finchè il pelo del canale di scarico non sia depresso almeno di 15 centimetri sotto la soglia della luce, l'efflusso non possa dirsi pienamente libero. (V. Boileau, op. cit., pag. 195.) Dalle recenti esperienze di Francis risulterebbe, che quando l'acqua nel canale di scarico è assai profonda, come sarebbe nel pozzo del proposto edifizio, l'efflusso non è diminuito quando il pelo d'acqua di scarico trovasi depresso $0^m,075$ sotto la soglia della luce, e che è appena sensibile la diminuzione quando è a livello con essa. (Colombani, *Giorn. dell'Ing. Arch.*, aprile 1858, pag. 180 *b.*)

delle aree della sezione della vena contratta e della sezione orizzontale della camera posteriore della tromba, sarà:

(7) $\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^3)}} = \frac{3n+16}{\sqrt{(8,9919\,n^3+96\,n+2,56)}}$ il rapporto fra gli efflussi effettivi Q_n''' del caso III e gli efflussi Q_n' del caso I, volta che la velocità del fluido innalzantesi verticalmente nella tromba fino al livello del battente possa considerarsi come una velocità iniziale della sezione del gorgo interno della vena effluente.

(8) $m_n''' = \frac{1}{\sqrt{(1-r_n^3)}}\,m$, coefficiente di riduzione di Q_n per ottenere Q_n'''.

Prospetto degli elementi del proposto edifizio di dispensa d'acqua.

(1) n	(2) Q_n' lit. in 1°	(3) N_n	(4) A_n decim. quadr.	(5) V_n decimetri	(6) h_n metri	(7) $\frac{1}{\sqrt{(1-r_n^3)}}$	(8) m_n'''
1	35, 192	231	181, 43	0, 194	0, 00002	1, 00001	0, 59901
2	70, 384	297	233, 26	0, 302	0, 00005	1, 00003	0, 59902
3	105, 576	330	259, 18	0, 407	0, 00009	1, 00006	0, 59904
4	140, 768	363	285, 10	0, 493	0, 00013	1, 00008	0, 59905
5	175, 960	396	311, 02	0, 566	0, 00017	1, 00010	0, 59906
6	211, 152	462	362, 85	0, 582	0, 00018	1, 00012	0, 59907
7	246, 344	495	388, 77	0, 634	0, 00021	1, 00014	0, 59908
8	281, 536	528	414, 69	0, 679	0, 00025	1, 00016	0, 59910
9	316, 728	561	440, 61	0, 719	0, 00027	1, 00018	0, 59911
10	351, 920	627	492, 45	0, 714	0, 00027	1, 00019	0, 59911

Dai valori di h_n, m_n''' si scorge tosto, che, tanto le prevalenze di livello del pelo d'acqua anteriore sul posteriore, quanto le variazioni dei coefficienti di riduzione, saranno così tenui da potersi in pratica considerare nulle, tanto ove fossero positive, come si suppose nel prospetto; quanto se dovessero prendersi negativamente, siccome potrebbe pur darsi, ciò che nel caso attuale non vale la pena di discutere.

Potrebbe per altro nascere il dubbio, rispetto ai valori di h_n, che, dovendo tutta l'acqua passare sotto al secondo diaframma della sezione di $d.q.\,4(1,5n+8) = 6n+32$, la quale è assai minore di A_n, devano pure quei valori assumersi di misura capace a produrre la velocità necessaria al passaggio; il che ove fosse, si avrebbe $h_1 = 0,00045$ e $h_{10} = 0,00745$; ma oltrechè ambi questi valori sarebbero assai piccoli, è fuor di dubbio che quel passaggio sarà coadjuvato da un residuo di velocità d'afflusso, senza che occorra di dover riprodurre tutta la velocità necessaria a quel passaggio, a mezzo d'uno strabattente.

Rimane a provarsi la quarta proprietà dell'edifizio. A tal uopo osservo che lo stramazzo di sbocco della tromba scoperta, essendo largo come la coperta, ossia $0,15n+0,80$, e la sua soglia depressa $0^m,50$ sotto quella della luce, se si suppone che il pelo del canale estrattore sia depresso $0^m,020$ sotto quest'ultimo, l'altezza dell'acqua sullo stramazzo rin-

scirà $0^m,48$; ritenendo 0,6 il coefficiente di contrazione, quantunque possa ritenersi assai maggiore, sia perchè lo stramazzo è interamente rigurgitato, sia perchè non può esservi contrazione nè sui lati nè sul fondo; e chiamando b il battente necessario al deflusso della portata, avremo:

$$1000 \times 0,6 \times 4,429(0,15n + 0,80)0,48\sqrt{b} = 35,192n,$$

da cui si ha

$$b = \left(\frac{n}{5,437n + 28,997}\right)^2,$$

e quindi per $n = 1$,

$$b_1 = 0,00084;$$ e per $n = 10$, $b_{10} = 0,0144$.

E pertanto la prevalenza di livello del pelo d'acqua della tromba scoperta su quello del canale di scarico non giungerebbe a 15^{mm}, quand'anco tutta la forza viva dell'efflusso si estinguesse pienamente nel pozzo, ciò che è poco verosimile; e quindi il primo di essi rimarrebbe sempre più depresso della soglia inferiore, anche nella fatta ipotesi che il secondo rimanga depresso sotto di essa appena 0,02.

Parmi dunque a sufficienza provato che il proposto sistema soddisferebbe alle tre condizioni capitali della giusta dispensa, indicate al principio dell'art. 32, mentre d'altra parte è agevole il credere che la spesa di costruzione del nuovo edifizio sarebbe bensì maggiore dell'attuale, ma che non la supererebbe d'oltre il 25 od il 30 $\frac{0}{0}$.

Art. 37. Che se si volesse che l'edifizio soddisfacesse anco alla condizione vagheggiata dal Tadini, d'avere nella superficie al della luce del modulo immediatamente, o quasi, l'espressione del volume Q_u d'acqua effluente in 1", potrebbe scegliersi ad arbitrio uno dei seguenti quattro valori del battente b, e cioè:

$b = 0^m.050$	cui corrisponde	$Q_u = al =$	0,030	m. c. in 1"
$b = 0.109$	»	$Q_u = 1,2\ al =$	0,036	»
$b = 0.144$	»	$Q_u = 1,3\ al =$	0,039	»
$b = 0.181$	»	$Q_u = 1,4\ al =$	0,042	»

Il primo di essi soddisferebbe, meglio d'ogni altro, la condizione propugnata dal Tadini, ma farebbe provare più degli altri l'influenza delle oscillazioni del pelo del canale dispensatore sulle variazioni dell'efflusso, sebbene in misura assai minore di quella che lo farebbe il regolatore a piena doccia.

Il secondo potrebbe adottarsi per l'oncia milanese, in luogo di $0^m,10$; ed il quarto pel modulo piemontese, in luogo di $0^m,20$; cosicchè la portata della bocca milanese diverrebbe di litri 36, e quella del modulo piemontese di $1000 \times 1,4 \times 0,2 \times 0,2$, ossia di litri 56 per ogni minuto secondo.

I valori assegnati ai suddetti battenti sono d'alcun che maggiori di quelli calcolabili in base ai coefficienti di riduzione deducibili dalle tavole di Poncelet; ma gli aumenti non oltrepassano il mezzo millimetro, fuorchè pel primo di essi, pel quale giungono a $\frac{7}{10}$ di millimetro, il che stimai giustamente precauzionale per evitare il dubbio di pregiudicare gli estraenti, perchè quanto più piccolo è il battente, maggiore è l'incertezza del suo livello e del coefficiente di correzione che gli compete, come emerse nei grandi esperimenti di Metz. A schiarimento dell'attendibilità dei sopra indicati valori di b, ri-

porto qui sotto i coefficienti di riduzione che soddisfanno ai corrispondenti valori di Q_n e di b, e quelli che corrispondono agli stessi valori di b negli esperimenti di Metz.

Valori di b	Valori di m soddisfacenti		Differenze proporzionali
	ai valori di Q_n e di b	agli esperimenti di Metz	
$0^m,050$	0, 5952	0, 5969	0, 0028
$0^m,109$	0, 5987	0, 5991	0, 0007
$0^m,144$	0, 5986	0, 5997	0, 0018
$0^m,181$	0, 5996	0, 6002	0, 0010

Art. 38. Aggiungerò finalmente, che, nel proporre il nuovo edifizio magistrale per la dispensa delle acque, io ebbi in mira di soddisfare alla condizione normale delle derivazioni dai navigli, a quella cioè di tenere la soglia del modulo superiore once 8, ossia $0^m,40$, a quella della luce sotto la cateratta, onde le derivazioni medesime non giungano ad abbassare il pelo dei navigli oltre ad once 14 sul loro fondo; ma se le bocche fossero da applicarsi a canali dispensatori non navigabili, quali sono tutti quelli dei privati e molti dei pubblici, questa condizione non sarebbe più necessaria, e pregiudicherebbe quasi sempre gli estraenti, perchè è difficile che in siffatti canali si mantenga sempre l'acqua alta più di $0^m,70$.

In tutti questi casi pertanto bisognerebbe stabilire il pelo del battente a livello del medio pelo magro del canale dispensatore, ed approfondare il pavimento della tromba coperta ad 1^m sotto quel livello, coordinando al livello medesimo tutte le altre parti dell'edifizio.

Che se in alcuni casi si trovasse malagevole l'approfondamento di questo pavimento fino a $0^m,70$ sotto il fondo del canale dispensatore, e fino ad $1^m,00$ quello del pozzo di scarico (ciò che per altro non potrebbe accadere che assai di rado) potrebbesi, senza il menomo inconveniente, diminuire quella profondità d'altrettanto, quanto fosse l'abbassamento che si dovesse far subire al battente, fino a ridurlo a soli $0^m,40$ ma non meno; però in tal caso il telajo pertugiato dovrebbe farsi lungo soltanto metri 3,50, terminandolo a $0^m,50$ dal piano del modulo, e chiudendo a quel punto la camera inferiore con altro diaframma verticale pertugiato, simile in tutto all'orizzontale, al fine di non alterare la completa contrazione sul lembo inferiore del modulo stesso.

In questo genere di derivazione, e specialmente se il canale dispensatore è soggetto a variazioni di livello tanto di pelo d'acqua quanto di fondo, è necessario di attraversare il canale medesimo con una pescaja o briglia, subito a valle della bocca di estrazione, la larghezza della quale ed il livello di soglia permettano, nello stato di media magra, e talora, secondo le circostanze di diritto, anco nello stato di magra massima, di mantenere la bocca a battente e l'efflusso libero.

La nuova oncia magistrale, di luce larga $0^m,15$, alta $0^m,20$, con battente $0^m,109$, capace di somministrare un efflusso di 36 litri per ogni $1''$, potrebbe ricevere una prima applicazione in grande scala, laddove avesse vita il progetto di *canale dei Comuni milanesi,*

da me ideato fino dal 1840 (68), e di cui resi conto a questo onorevole consesso nello scorso anno (69), giacchè, a termini della mia proposta, le derivazioni da farsi, tanto dal gran canale quanto dalle sue diramazioni maestre, non dovrebbero esser tutte destinate ad irrigare i terreni in ragione di superficie, per cura particolare della Società del canale, e pel qual uso non occorrerebbero che bocche libere; ma dovrebbero pure in buona parte erogarsi a mezzo di bocche modellate, da acquistarsi a fitto o livello perpetuo da quei privati che, possessori di appezzamenti di terreno di varie centinaja di pertiche, trovassero convenienza nel divenire anche possessori esclusivi di dati corpi d'acqua, per irrigarli a pieno loro arbitrio (70).

---

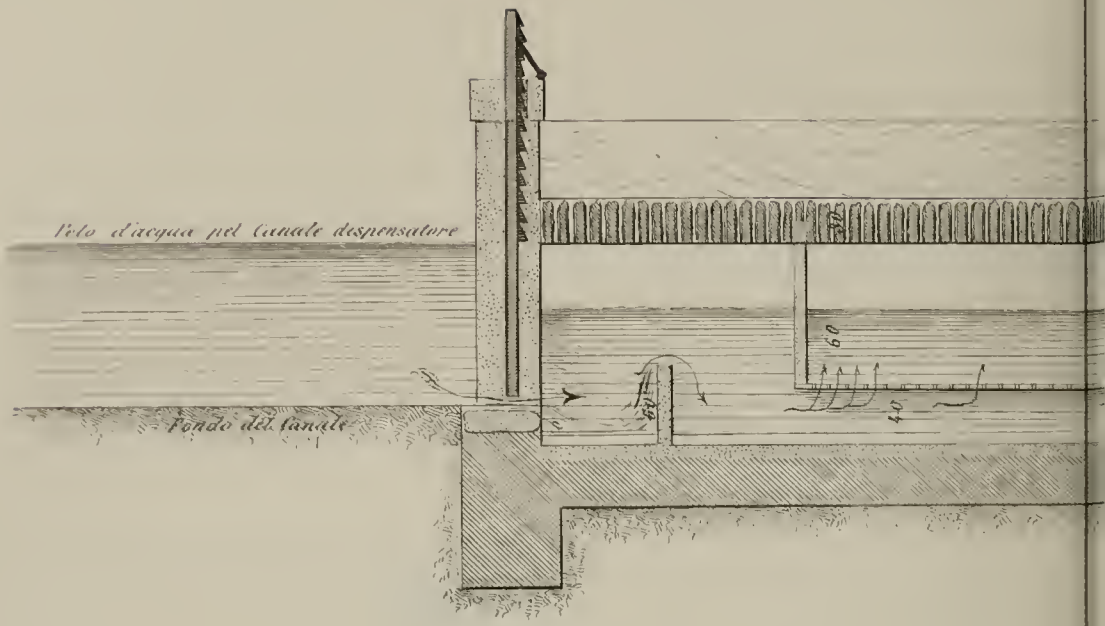
(68) *Il Politecnico, repertorio mensile*, ec., anno 1841.

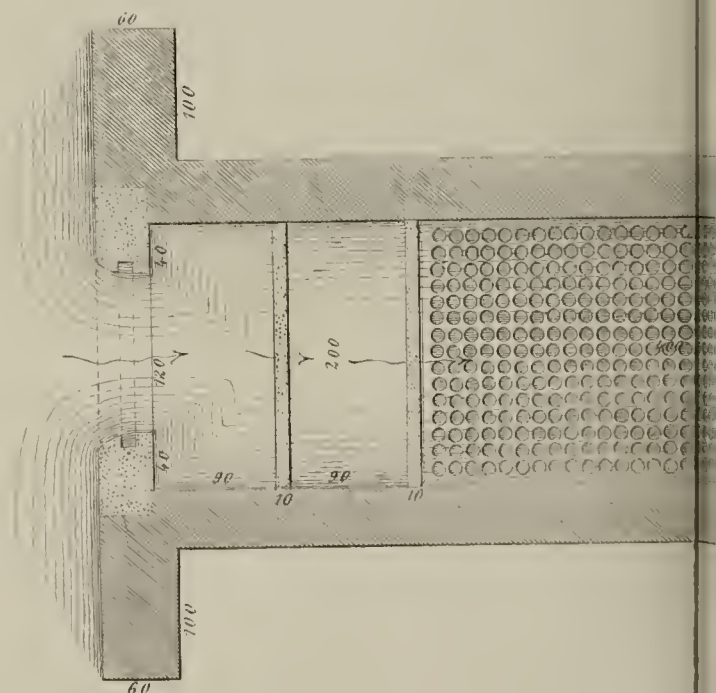
(69) *Giornale dell'Istituto Lombardo*, tom. IX, fasc. 51° e 54°; — *Gior. dell'Ing. Arch.*, anni V e VI.

(70) Addottando questa unità di misura di dispensa d'acqua, potrebbe limitarsi il prezzo ad *L. 1600 all'oncia estiva continua, mantenendo però il proposto prezzo di L. 120 per l'oncia jemale, perchè sufficientemente moderato anco per soli 36 litri al primo; e mantenendo del pari quello di L. 3 per l'adaquazione estiva d'ogni pertica di prato in terreni di media permeabilità, da che l'irrigazione in ragione di superficie sarebbe affatto indipendente dalla portata della bocca modellata unitaria.

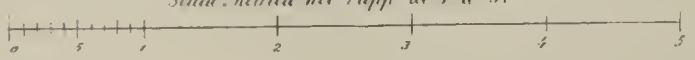
BRITISH M
NATURAL

Progetto di un nuovo Edifizio

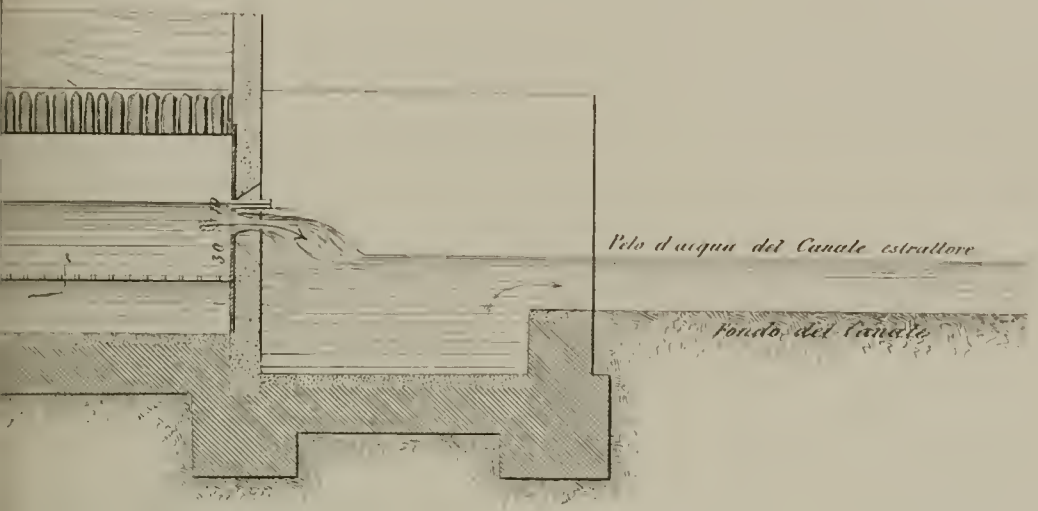


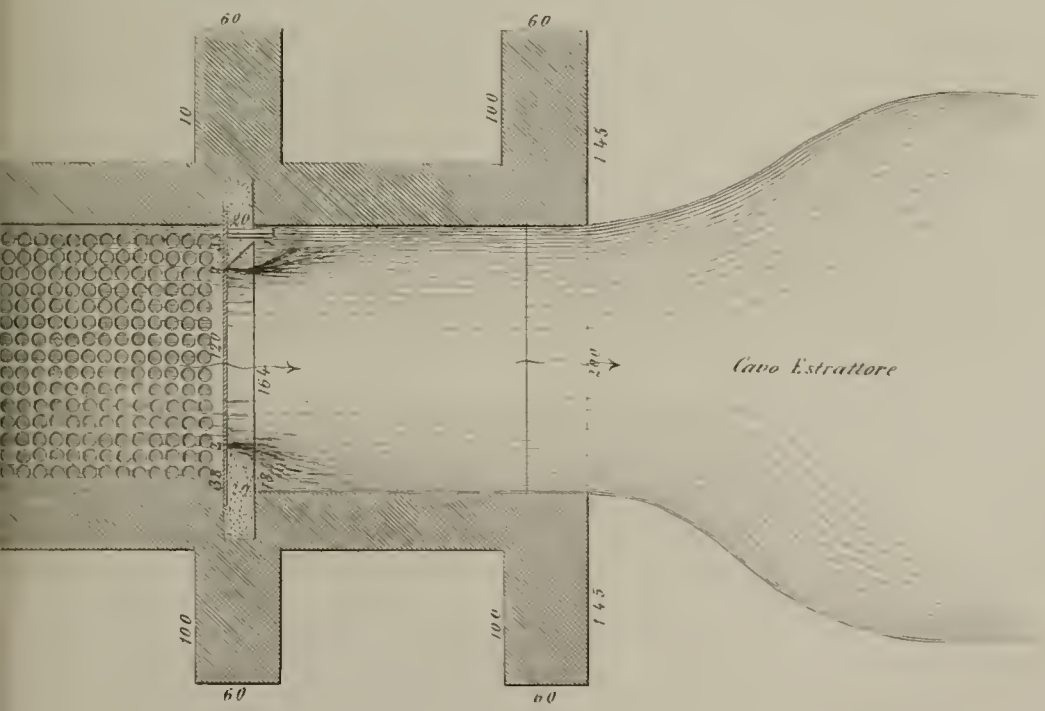


Scala Metrica nel rapp. di 1 a 50



di dispensa d'acqua?





Stab. Saldini

BRITISH M
NATURAL HISTORY

OPERE PUBBLICATE
DALL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO
DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI
VENDIBILI IN MILANO PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA DE' CLASSICI ITALIANI
(Contr. di S. Margherita)

I prezzi sono in lire austriache e in monete sonanti.

Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano. — Bologna, 1806-13, vol. 6 in-4.° con tavole in rame. Lir. 60.

Memorie dell' I. R. Istituto del Regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1819-38, vol. 8 in-4.° con tavole in rame. Lir. 80.

Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1843, 1846, 1854 e 1856. Vol. 1.°, 2.°, 4.°, 5.° e 6.°, con tavole in rame e litografate. Lir. 75.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1841-47. Vol. 1-8 in-8.° Lir. 30.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo e Biblioteca Italiana. Milano, 1852-57. Tomi 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.° 8.° e 9.°, in-4.° Lir. 96. 60.

Collezione degli Atti delle solenni distribuzioni de' premj d' industria fatte in Milano ed in Venezia dall' anno 1806 al 1857. — Milano-Venezia, 1824-57. Tomo I all' VIII, in-8.° Lir. 32.

Breislak Scipione. Descrizione geologica della provincia di Milano. — Milano, 1822, in-8.° con carta topografica. Lir. 5.

Rosina Gaetano. Memoria sulle stoviglie fabbricate con terre del regno Lombardo-Veneto. — Milano. 1822, in-8.° Lir. 1.

Piola Gabrio. Sull' applicazione dei principj della Meccanica analitica del Lagrange ai principali problemi. — Memoria premiata. — Milano, 1828, in-4.° Lir. 2. 50.

— Elogio di Bonaventura Cavalieri, recitato in occasione del VI Congresso scientifico italiano. Con note, postille matematiche, ec. — Milano, 1844, un volume in-4.°, con tavole in rame e litografiche. Lir. 2.

Vismara Giuseppe. Della cementazione e della fusione dell' acciajo. — Milano 1825. in-8.°. con una tavola in rame. Lir. 1.

Sormani Napoleone Massimiliano. Monografia sulle morti repentine. Memoria premiata. — Milano, 1834, in-8.° Lir. 3.

Ferrario Giuseppe. Statistica delle morti improvise, e particolarmente delle morti per apoplessia nella città e nel circondario esterno di Milano dall' anno 1750 al 1834. — Milano, 1834, in-8.° Lir. 4.

Stradivari Cesare. Sulla educazione dei bachi da seta e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata. — Milano, 1841, in-8.° Lir. 2.

Merlini Giovanni. Sulla costruzione dei tetti degli edificj, tanto di genere umile quanto di genere grandioso, inteso l'argomento nel senso scientifico e tecnologico. — Milano, 1842, in-8.° con 4 tavole in rame. Lir. 2.

Restelli Francesco. Dell' influenza delle associazioni industriali e commerciali sulla prosperità pubblica, e dei più congrui mezzi per tutelarle. Memoria premiata. — Milano. 1845, in-8.° Lir. 2.

Meguscher Francesco. Memoria premiata in risposta al quesito: Additare la migliore e più facile maniera per rimettere i boschi nelle montagne diboschite dell'alta Lombardia, e per conservarli e profittarne. — Milano, 1847, in 8-°, di pag. 414. Lir. 3.

Nava e Selmi. Sul caglio vitellino. Memorie premiate pel concorso Cagnola del 1857. — Milano, in-8.° Lir. 2.

Rapporti sulla malattia dell' uva negli anni 1852-56. Fascicoli 8 a Cent. 50 cadauno.

Rapporto sull' annata bacologica 1856. Cent. 50.

Riassunto dei lavori della Commissione sulla malattia dell'uva. — Milano, 1858. Cent. 25.

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa fior. n. 7, da pagarsi anticipati.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa fior. n. 7, da pagarsi anticipati.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali

NUOVI APPARATI FOTOMETRICI

MEMORIA

DI

PAOLO FRISIANI

Letta nelle adunanze dell'1 e del 22 luglio 1858.

§ 1.

Il signor Leone Foucault, astronomo all'Osservatorio imperiale di Parigi per la partita fisica, chiamato, nel mese di novembre 1854, dalla direzione di una compagnia francese di illuminazione a gas, ad eseguire apposite esperienze fotometriche per decidere della prevalenza di potere illuminante fra due gas, l'uno estratto al modo ordinario dal carbon fossile, l'altro ottenuto dalla distillazione della torba, non giudicò opportuno servirsi degli antichi apparati fotometrici (sia ad ombre projettate, secondo il metodo di Rumfort; sia a rotazione di una sfera riflettente, del signor Wheatstone; sia a macchina translucida, di Bunsen), siccome insufficienti a fornire risultati comparativi della voluta esattezza. La prima sua idea fu di mettere a prova i nuovi metodi, derivanti dal principio della polarizzazione cromatica, e si servì del fotometro del signor Babinet, che è un apparato di tale specie.

Esso presenta esteriormente la forma di un tubo da cannocchiale, fuorchè dal mezzo della sua lunghezza si dirama un secondo tubo dello stesso calibro, e sotto un angolo di circa 70°. Il primo tubo o *principale* sia diretto sopra la fiamma di una fonte luminosa *C* che vuolsi sottoporre alla prova. I raggi che penetrano nell'istrumento, attraversano una serie di vetri piani, obliquamente disposti, che dicesi *pila a vetri*. La luce emergente, che vien così polarizzata completamente, cade sopra un disco di cristallo di rocca detto il *biquarzo di Soleil*, formato dalla justaposizione di due eguali segmenti, e il quale viene poi riguardato coll'oculare a prisma birefringente, che dicesi l'*analizzante*. Appare all'occhio il biquarzo vivamente colorato di due tinte, ripartite sui due eguali segmenti, l'una a fianco all'altra, divise da una recisa linea di separazione. Si vede, per esempio, il rosso tutto sul segmento a destra, ed il verde tutto sul segmento a sinistra. I fenomeni descritti si presentano su ciascuna delle immagini ordinaria e straordinaria, sviluppate dal prisma sorbirefringente. Il secondo tubo di diramazione, o tubo *secondario*, riceve la luce dall'altra gente o fiamma, la quale, dopo essersi riflessa sulle lamine multiple della pila, è ricondotta all'occhio per la porzione di tubo comune ai due già indicati. Questa luce è pure completamente polarizzata per riflessione, ma in un piano che fa un angolo retto col piano di polarizzazione di quella che subì la rifrazione. I colori sviluppati nel biquarzo da

questo secondo fascio, in luogo di comparire disposti come nel precedente caso, si dispongono invece in senso inverso: il rosso, che era sul segmento a destra, passa su quello a sinistra, e reciprocamente accade pel verde. L'uno e l'altro effetto possono osservarsi isolatamente, secondo che si intercetta la luce all'uno od all'altro tubo d'ingresso. Allorquando i due tubi danno ingresso simultaneo ai due fasci provenienti dalle due fonti luminose, l'occhio percepisce un effetto risultante o composto, in cui prevale più o meno l'uno o l'altro degli effetti isolati, a seconda dell'intensità relativa del fascio rifratto e del fascio riflesso. Se accadesse che i due fasci avessero la stessa intensità, i colori sarebbero eliminati, ed il biquarzo comparirebbe uniformemente bianco, e si manterrebbe tale in qualunque verso si facesse rotare l'analizzante.

Quando sia in facoltà nostra il disporre della distanza delle due fonti, le cui intensità variano al variare di quella, sì potrà sempre realizzare questa specie di equilibrio d'intensità, che ha per effetto la disparizione de' colori (1). L'esperienza ha mostrato che tale apparecchio è dotato di grandissima sensibilità, giacchè, ottenuto l'equilibrio luminoso, basta di variare di $1/100$ la distanza di una delle fonti, per turbare un tale equilibrio, e far ricomparire i colori (2). Si può quindi ritenere che i due fasci di raggi, quando si fanno equilibrio, manifestano sul biquarzo intensità sensibilmente eguali.

Per mala sorte i risultati dell'esperienza non corrisposero all'aspettazione, e ciò indubbiamente dipende dalla circostanza, che le intensità delle due irradiazioni che congiuntamente entrano nel campo della visione, sono affievolite dalla rifrazione in un rapporto diverso che dalla riflessione, nè si può calcolarne l'effetto, onde sottoporre il risultato ad una opportuna correzione, rimanendo sinora affatto, incogniti i suddetti rapporti. Per ovviare a questo inconveniente e servirsi ancora di simile apparato, fu costretto il signor Foucault a paragonare ciascuna delle due fonti ad una terza fiamma, che si possa ritenere di intensità costante durante il tempo dei due confronti. Le due fonti si tengono ad eguale distanza dall'apparato, e dalle distanze in cui è duopo collocare successivamente questa terza fonte ausiliaria per ottenere l'equilibrio d'intensità nelle due osservazioni, si deducono le intensità delle sorgenti da paragonarsi.

---

(1) Qualora non si avesse a disposizione una pila a lamine di vetro, si potrà costruire un fotometro, basandolo sullo stesso principio della coincidenza di due fasci luminosi polarizzati rettangolarmente, e provenienti contemporaneamente da due fonti diverse. Davanti all'objettivo di un cannocchiale si ponga un sistema di due specchi di vetro nero, in cui il piano fatto dall'asse ottico colla normale ad uno specchio, sia ad angolo retto con quello fatto colla normale all'altro specchio. Questi siano montati in un anello che abbracci il tubo del cannocchiale, il quale sia disposto in guisa che il fascio che si riflette sotto l'angolo di polarizzazione totale da uno specchio, penetri per la metà dell'objettivo, ed il fascio che si riflette dall'altro ne occupi l'altra metà. Nel foco del cannocchiale si vedranno compenetrate in una sola le immagini delle due fonti luminose polarizzate rettangolarmente. I raggi di questa immagine, nata dalla sovrapposizione, passeranno pel biquarzo, sul quale, col mezzo dell'analizzante, compariranno i colori come nel fotometro di Babinet.

(2) La diminuzione di $\frac{1}{100}$ nella distanza induce una differenza di intensità di $\frac{1}{50}$ circa, la quale sarebbe ancora sensibile in questo apparato. Infatti, siano C, G le intensità intrinseche delle due fonti luminose poste alle rispettive distanze A, B, in cui esiste l'equilibrio luminoso. Sia $\alpha = \frac{1}{100}$ di A, e sia x la frazione che esprime la differenza di intensità, sarà $\frac{C}{(A+\alpha A)^2} - \frac{C}{B^2} = x\,\frac{G}{B^2}$; ossia, ritenuto che $\frac{C}{A^2} = \frac{G}{B^2}$, si avrà $\frac{C}{A^2(1-\alpha)^2} - \frac{G}{B^2} = x\,\frac{G}{B^2} = x\,\frac{C}{A^2}$, che, sviluppando e trascurando le potenze di α superiori alla prima, dà $x = 2\alpha = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$.

§ 2.

Quantunque questo metodo sembri esente da ogni appunto, pure, come osserva Foucault, è soggetto in pratica a troppa lentezza, ed all' inconveniente di dover ricorrere ad una terza fonte ausiliare, come unità di misura, incapace però a quest' uffizio per l' inevitabile sua variabilità di luce. Il ricorrere poi a due osservazioni, dà luogo a due errori, che possono sommarsi indipendentemente da quelli che provengono dalle variazioni cui è soggetta la fonte di confronto. Altra difficoltà si incontra pure nel dirigere esattamente gli assi dei tubi dicontro alle fonti da paragonarsi.

La luce ausiliaria che dal signor Foucault venne impiegata negli esperimenti col fotometro di Babinet fu quella di una *bougie de l'étoile*. Ma essa mostrava troppa variabilità nell'intensità, ora in un senso ora nell' altro, senza alcuna legge, e forniva risultati non molto d'accordo fra loro. Questa imperfezione radicale portò sì grave difficoltà, che fu indotto ad abbandonare tale fonte ausiliaria, e pensò a comporre il suo nuovo apparato ad illuminazione diretta, che prese il nome di *fotometro a compartimento*, fondato sugli stessi principj di quelli di Bouguer e di Ritchie. Esso consta di una scatola cubica e di una tramezza, mobile lungo il suo piano, che la divide in due eguali compartimenti. Il fondo della scatola è formato da paraluce o paratoja appanata, simile al vetro smerigliato delle camere oscure, e di cui si darà qui sotto la formazione. Le irradiazioni delle due fonti penetrano liberamente ed isolatamente nei loro rispettivi compartimenti. Si pone la cassetta in modo che il piano della tramezza divida in due parti eguali l'angolo fatto dai raggi delle due fonti che convergono nel mezzo del diaframma. L'intensità delle due fonti produce un effetto, che viene osservato per trasparenza. In questa situazione può accadere che le ombre, portate dalla tramezza da una e dall'altra parte sul diaframma, si trovino separate da uno spazio luminoso; od all'incontro, che queste due ombre si sovrappongano in parte l'una sull'altra. Sì nell'uno che nell'altro caso i loro bordi interni saranno assai nettamente conterminati. Siccome la tramezza può essere mossa nel proprio piano per mezzo di un bottone che sporge al di fuori, si darà a questa la posizione necessaria per condurre le due ombre in contatto. In tal posizione si accorge con sorprendente facilità del minimo eccesso d'intensità di una illuminazione sull'altra, e siccome si dispone della posizione delle due fiamme, si giunge a determinare con precisione le distanze rispettive che rendono all'occhio di eguale intensità le due metà del campo, facendo scomparire il loro limite comune, ossia si realizza una specie di equilibrio luminoso.

Il diaframma su cui si projettano i raggi delle due fiamme non è di vetro smerigliato, come si usa nelle camere oscure. Non possederebbe questo abbastanza potere diffusivo, essendo troppo trasparente; quindi l'effetto ottico, visto sulla sua superficie, avrebbe troppa dipendenza dalla posizione dell'osservatore. La carta, da questo lato, sarebbe migliore, ma essa è di struttura diseguale, e maschera le differenze di luce che l'occhio avrebbe percepite sopra una tessitura più fina e più omogenea. Egli forma invece il suo diaframma (*écran*) con uno strato di amido sospeso nell'acqua, e lasciato depositare lentamente su una lamina orizzontale di vetro. Questo strato, diffusibile come la carta, omogeneo ed

ed assai fino, si chiamerà in seguito *diaframma ad amido*. L'oggetto essenziale in questo apparato è di sbarazzarsi della fonte accessoria, e di approfittare della sensibilità di uno, o d'entrambi gli occhi, a piacimento. Per ottenere il valor fotometrico di una fonte luminosa, espresso in valore assoluto, ossia per esprimere la sua intensità col mezzo di una costante unità di misura, a cui riferire tutte le osservate intensità, in luogo di una sola candela di cera, che è, come si è detto, visibilmente variabile di intensità senza legge alcuna (ciò che il fotometro a compartimento indica per sè solo col paragone di due candele prese a caso da un medesimo pacco), assume il Foucault per unità quella risultante da un fascio di candele accese. Sette di esse si conformano naturalmente in un fascio esagonale. Se si tengono alla distanza fra loro di un centimetro, ardono con una sorprendente costanza. Pare che la corrente stessa di aria dia alla fiamma maggiore stabilità che in una candela isolata, forse perchè gli spazj liberi interposti a ciascun lucignolo permettono, anzi determinano correnti aeree, non altrimenti che se fosse ciascuna candela proveduta di vetro all'*Argand*. In sostituzione di questo fascio di candele credette il signor Babinet preferibile, come unità di misura di diverse intensità di luce, la bianca fiamma dei vapori di zinco ardenti in contatto dell'aria. Ma a questa pure sarebbe preferibile l'intensa luce emessa dalla combustione di due volumi d'idrogeno con uno di ossigeno, ottenuti sotto opportune pressioni, e con proporzionali diametri dei tubi di erogazione, il cui miscuglio sia spinto sopra la calce racchiusa in una reticella di fili di platino.

§ 3.

Quantunque il descritto fotometro a compartimento, per la semplicità e facilità della sua costruzione, per la comoda applicazione alla determinazione di intensità derivate da varj processi industriali, e per la sua sensibilità, sufficiente agli usi cui fu destinato, sia di un merito incontestabile, sarà però sempre di grande sussidio il poter paragonare i risultati da questo ottenuti, con quelli che potrebbero essere forniti da apparati fondati su diverso principio fisico. Inoltre, l'anzidetto fotometro non si presta alla soluzione generale del problema della fotometria, non bastando al caso, in cui, o le fonti luminose fossero inamovibili, o non dessero, per la grande distanza dall'apparato, luce sufficiente da poter accorgersi della differenza dell'illuminazione operata sui due scompartimenti. Così non sarebbe, per esempio, applicabile alla determinazione del rapporto d'intensità luminosa di due astri, nel qual caso è pur forza ricorrere ad altri mezzi. Quantunque il fotometro di Babinet non sia pur esso applicabile a tutti i casi occorribili, tornerà tuttavia sempre di vantaggio nelle combinazioni a cui questo si presta, di ottenere un confronto fra i risultati dell'uno e dell'altro processo, quando si trovi il modo di sopprimere l'inconveniente che determinò il citato fisico ad abbandonarne l'uso, quello cioè di dover ricorrere ad una terza fonte luminosa, assunta come unità di misura. Essendo convinto che il giudizio sull'eguaglianza d'intensità di due campi rischiarati sia soggetto a maggiore incertezza che quello della scomparsa di una tinta colorata sopra un campo oscuro, e persuaso inoltre, che due fonti luminose diverse non hanno mai una omogeneità assoluta di tinta, e che quindi non può istituirsi un giudizio di confronto fra

due cose eterogenee; così, volendo appoggiare il giudizio fotometrico esclusivamente al principio della polarizzazione cromatica, mi sarà duopo cercare il mezzo di eliminare quel difetto capitale, pel quale a ragione il signor Foucault abbandonò l'uso del fotometro di Babinet. Questo scopo fu da me raggiunto coll'applicazione del metodo dell'inversione, che è di uso tanto frequente quanto utile nelle osservazioni astronomiche.

La visione binoculare (3) aumentando, a parità di circostanze, la sensibilità dell'organo sensorio, non ho tralasciato di mostrare in quali casi ed in quali apparati, opportunamente modificati, si possa profittare del vantaggio che essa offre ad un osservatore dotato di eguale sensibilità in entrambi gli occhi.

Intanto, per abbracciare il problema pratico in più ampia estensione, accennerò le modificazioni che meglio convengono, 1.° nel caso in cui si voglia ottenere il rapporto d'intensità intrinseca o reale di due sorgenti luminose terrestri; 2.° in quello in cui si vogliano paragonare due intensità apparenti di fonti luminose celesti.

§ 4.

Ecco come si elimina l'errore nato dall'inegual perdita di luce subita nella rifrazione e nella riflessione della pila a vetri, senza l'intervento di una fonte ausiliare. Si riceva a traverso il tubo principale la luce di una fiamma emanante, per esempio, da una lucerna alla *carcel*, e chiamisi C la sua intensità originaria od intrinseca. Pel tubo secondario si riceva per riflessione la luce che emana da altra fonte, per esempio, da una fiamma a gas, di cui sia indicata con G l'intensità intrinseca. Siano A, B le distanze rispettive di queste due fonti luminose dalla lamina di biquarzo, ed alle quali distanze sia scomparsa ogni traccia di tinta colorata sulla lamina. La distanza B deve misurarsi dal viaggio della luce che va dalla fonte alla pila, e da questa è riflessa sulla lamina di quarzo.

Si faccia una seconda osservazione, invertendo la posizione delle due fonti, o meglio, invertendo la posizione del fotometro. In tal modo la fonte C sarà veduta per riflessione nel tubo secondario, e la G sarà veduta per rifrazione a traverso il tubo principale. Rimosse opportunamente queste fonti sino alla disparizione della tinta colorata, si chiami M la distanza dal quarzo della fonte G che vedesi a traverso il tubo principale, ed N quella della fonte C che vedesi pel tubo secondario. Ciò posto, si ha la seguente relazione: l'intensità C sta all'intensità G, come il rapporto $\frac{A}{B}$ della prima osservazione sta al rapporto $\frac{M}{N}$ della seconda (4).

---

(3) Vedi innanzi l'appendice (*A*) a questa Memoria.

(4) Infatti, sia α una frazione incognita, e si indichi con αI la perdita che una fonte di intensità I subisce attraversando la pila a vetri. Sia β un'altra frazione incognita, e βI la perdita che l'intensità I subisce colla riflessione multipla sulle lamine della pila. Nella prima osservazione sarà $\frac{C}{A^2}(1-\alpha)$ l'intensità dopo il passaggio a traverso la pila, e $\frac{G}{B^2}(1-\beta)$ quella dopo la riflessione sulle lamine. Queste intensità essendosi ridotte eguali, sarà $\frac{C}{G} = \frac{A^2}{B^2} \cdot \frac{1-\beta}{1-\alpha}$. Nella II osservazione saranno inversamente $\frac{G}{M^2}(1-\alpha)$ e $\frac{C}{N^2}(1-\beta)$ le intensità ridotte, l'una dopo il passaggio per la pila, l'altra dopo la riflessione. Si avrà pertanto $\frac{C}{G} = \frac{N^2}{M^2} \cdot \frac{1-\alpha}{1-\beta}$. Dal prodotto dei due trovati rapporti d'intensità si avrà, da prima $\frac{C^2}{G^2} = \frac{A^2}{B^2} \times \frac{N^2}{M^2}$, e quindi $C:G :: \frac{A}{B} : \frac{M}{N}$.

Se accadesse che una delle fonti, per esempio la C, fosse fissa ed irremovibile, allora, eseguite le due osservazioni, la prima coll'apparato diretto, la seconda coll'apparato invertito, e ritenute le stesse denominazioni per le distanze, risulterebbe $A = N$, e quindi il rapporto $\frac{C}{G}$ delle due intensità sarebbe eguale al rapporto del quadrato della distanza invariabile al prodotto delle altre due distanze.

Quando si tratti di paragonare intensità luminose di gas prodotti dalla combustione di sostanze diverse, servirà pure un altro metodo di confronto, da praticarsi sia col fotometro a compartimento, sia con quello ad inversione, il quale si potrà far concorrere coi precedenti nelle arti industriali, onde ottenere un riscontro fra loro, ed una maggiore esattezza. Questo metodo consiste nel ritenere invariata la distanza del gas, e nell'alterare invece opportunamente l'intensità intrinseca della sua combustione. Siavi, in posizione inamovibile, una fiamma a gas alla distanza A dall'apparato, veduta a traverso il tubo principale, e si traguardi la fiamma *carcel*, posta ad una eguale distanza A, a traverso il tubo secondario. Si mova la chiave regolatrice dell'emissione del gas finchè scompaja il colore sul biquarzo, e si ottenga l'equilibrio luminoso. Si inverta ora lo strumento, dirigendo il tubo secondario sulla fiamma a gas di posizione costante, ed il principale sulla fiamma *carcel* rimossa dal suo posto e portata alla distanza B dall'apparato. Si regoli novamente l'intensità del gas, sino ad avere sul biquarzo la luce bianca. Siano q, q' le quantità di gas consumate nella 1.ª e nella 2.ª osservazione in tempi eguali, per esempio, in 10 minuti, od anche più. Chiamata G' l'intensità del gas nella seconda osservazione, e C quella della *carcel*, si trova che l'intensità G' del gas sta a quella della *carcel*, come il rapporto $\frac{A}{B}$ delle due distanze sta alla radice del rapporto $\frac{q}{q'}$ delle due quantità di gas consumate in tempi eguali (5).

§ 5.

Col metodo dell'inversione eliminata dal fotometro di Babinet la diversità di perdita di luce subita nella rifrazione e nella riflessione, resta ad indagare in quale dei due fotometri prevalga la sensibilità. A questo scopo premetto l'osservazione, che, se in un ordinario stereoscopio a lenti di Brewster, si coprono i due disegni fotografici con due pezzi di carta, l'uno colorato in verde, per esempio, e l'altro in rosso, e si sottopongano alla visione binoculare, si vedrà un campo solo colorato della tinta che, secondo il metodo di Newton, corrisponde alla risultante delle due componenti. Se i colori dei due campi

---

(5) Infatti, indicando ancora con G l'intensità intrinseca della fiamma a gas nella prima osservazione, sia G', quella che assume nella seconda. Nella prima, l'intensità G, giunta la luce al biquarzo, sarà ridotta a $\frac{G}{A^2}(1-\alpha)$, e quella della *carcel* a $\frac{C}{A^2}(1-\beta)$, quindi $\frac{C}{G} = \frac{1-\alpha}{1-\beta}$. Nella seconda osservazione, l'intensità del gas, ridotta sul biquarzo, sarà espressa da $\frac{G'}{A^2}(1-\beta)$, e quella della *carcel* a $\frac{C}{B^2}(1-\alpha)$, quindi $\frac{C}{G'} = \frac{B^2}{A^2}\cdot\frac{1-\beta}{1-\alpha}$; moltiplicando le due ottenute equazioni, si avrà $\frac{GG'}{C^2} = \frac{A^2}{B^2}$. Ma le intensità intrinseche delle fiamme di uno stesso gas variano proporzionalmente alle quantità di gas consumate in tempi eguali, ossia ha luogo la relazione $G : G' :: q : q'$; quindi, eliminando dalla precedente equazione la G', si trova $\frac{G}{C} = \frac{A}{B}\sqrt{\frac{q}{q'}}$, ossia $G : C :: \frac{A}{B} : \sqrt{\frac{q'}{q}}$; ed eliminando invece la G si trova $G' : C :: \frac{A}{B} : \sqrt{\frac{q}{q'}}$, che è la enunciata relazione.

saranno complementari e della stessa intensità, l'immagine unica risultante nella visione binocula, qualora sia eguale la sensibilità dei due occhi, comparirà scolorata e bianca. Questo esperimento può, per altro intento, servire sia a decidere se due colori sono realmente fra loro complementari, sia ad assicurarsi dell'eguaglianza di sensibilità dei due occhi, quando si operi sopra carte tinte di colori resi, con altri mezzi, fra loro complementari.

Ciò premesso, si preparino due tubi P, P' eguali, contenenti ciascuno due prismi di Nicol, separati da una lamina di quarzo tagliata a faccie normali all'asse, e di eguale spessore. Ciascun tubo costituisce un polariscopio cromatico. Quando i prismi siano fra loro disposti in modo, che i piani delle loro sezioni principali nel tubo P essendo inclinati sotto un angolo α, quelli dei prismi del tubo P' facciano fra loro un angolo $90° + \alpha$, potranno disporsi in tale posizione rispettiva, che il loro sistema riunito equivalga al fotometro di Babinet. Infatti, siano questi tubi innestati in fori praticati in un diaframma annerito, ed in tal guisa che i loro assi coincidano col prolungamento degli assi degli oculari dello stereoscopio contenente un tubo in ciascuna concamerazione. Si faccia rotare intorno al proprio asse uno dei tubi, in modo che la sezion principale del prisma polarizzante del tubo P sia ad angolo retto colla sezion principale del corrispondente polarizzante del tubo P'. Così disposti, divenendo fra loro paralleli i piani delle sezioni principali degli altri due prismi omologhi posti presso l'occhio, l'effetto ottico di questo sistema binoculo equivarrà a quello monocolo del fotometro di Babinet. Questo nuovo apparato, che chiamerò *fotometro cromatico*, si applichi al diaframma rischiarato del fotometro a compartimento. Si supponga di avere ottenuto in precedenza sul diaframma ad amido, coll'opportuna disposizione delle fonti luminose, tutta quella eguaglianza d'illuminazione di cui l'apparato è suscettibile. Avvicinandovi il fotometro cromatico e traguardandovi, apparirà, or sotto l'uno or sotto l'altro oculare, un campo colorato e di diversa tinta complementare, secondo che si guarda successivamente or coll'occhio destro or col sinistro. Ma guardando contemporaneamente coi due occhi i campi colorati che si vedevano disgiunti, si vedran compenetrati in uno. Se l'illuminazione dei due compartimenti era eguale, il campo comparirà scevro di tinta, per essere di eguale intensità i colori complementari generati sulle due lamine di quarzo. Se il rischiaramento dei due compartimenti non era eguale, quantunque tale in apparenza, non si avrà la luce bianca nel campo, ma predominerà quello dei colori che proviene dal compartimento dotato di maggior luce. Ciò sarà indizio che quella differenza di rischiaramento dei due compartimenti del fotometro di Faucault, che non era sensibile all'occhio, fu, colla colorazione non estinta, resa sensibile dal fotometro cromatico. Coll'inversione dell'istromento si potrà avere una riprova della prevalente sensibilità di questo apparato sull'altro.

Nella figura 1.ª (tav. VII), C, G rappresentano le fonti luminose. Il fotometro a scomparimento di Foucault è rappresentato da $ABA'B'$. Lo stereoscopio proveduto delle sue oculari o, o' è indicato da $QRST$. La doppia linea DD' denota il diaframma fisso, avente due fori, in cui sono innestati a sfregamento i due tubi P, P', che qui sono rispettivamente indicati da aqp, $a'q'p'$. Nel tubo P il prisma polarizzante è posto in p, il quarzo in q, ed il prisma analizzante in a. Dicasi lo stesso rispetto a p', q', a' nel tubo P'.

§ 6.

Dopo aver impiegato il fotometro cromatico per cimentare la sensibilità di quello a compartimento, ragion vuole che si tratti la questione inversa, quella cioè di usare di quest'ultimo per mettere alla prova la sensibilità del primo. Dall'apparato sopra descritto si tolga il diaframma ad amido. Si aggiungano ai due tubi polariscopici due altri tubetti, proveduti di objettivi di eguale apertura, e collocati a tale distanza, che i loro fochi cadano precisamente sul piano che prima era occupato dal diaframma ad amido. Si ha così un sistema invariabile di due cannocchiali polariscopici e cromatici. Una tramezza sporgente esternamente fra gli objettivi impedisca che i raggi provenienti da una delle due fonti luminose, e che cadono sulla superficie di un objettivo, non cadano sopra alcun punto dell' altra. Si rimovano opportunamente le fonti *C*, *G* in modo che, mediante la compenetrazione delle due immagini in una, si ottenga l'equilibrio cromatico, ossia la scomparsa di ogni traccia di luce colorata. L'inversione dello strumento servirà poi di riscontro all'ottenuto risultato.

Ciò fatto, si levi tutto l'apparato cromatico a cannocchiale, e si rimetta in posizione il diaframma ad amido. Qui parimente si impedisca che i raggi di una fonte cadano nel compartimento destinato a quelli dell'altra, e si osservi se il diaframma è tutto uniformemente rischiarato, o se pure l'occhio riesce a scorgervi qualche differenza. Se ciò accadesse, il giudizio sulla sensibilità dei due processi sarebbe in favore di quest'ultimo. Ma qui viene opportuna l'avvertenza, di cui si è fatto cenno al § 3, che se le due fonti luminose avessero tinte fra loro un poco eterogenee, come il più delle volte accade, il giudizio sul rapporto delle loro intensità, appoggiato al fotometro a compartimento, sarebbe affatto erroneo, non potendo farsi un confronto fra oggetti di natura diversa. Una tale difficoltà non si incontra nel processo a polariscopio cromatico, perchè le tinte intrinseche alle fonti originarie si fondono nelle tinte sviluppate dal prisma analizzante.

Nel sopra descritto apparato a cannocchiali, che nel suo insieme costituisce un nuovo fotometro cromatico, si potrà ai due prismi polarizzanti di Nicol sostituire due lamine eguali, trasparenti ed incolore di tormalina, a sezioni principali fra loro rettangolari, le quali pure, come i prismi, si lasciano attraversare dalla sola immagine straordinaria. La stessa sostituzione potrà farsi ai prismi analizzanti.

§ 7.

Fra i diversi fotometri finora conosciuti, quello di Ritchie, opportunamente modificato, può offrire il combinato vantaggio di dare il rapporto di due luminari, sia per trasparenza, come quello di Foucault al quale può surrogarsi; sia per riflessione, secondo il metodo di Bougner; sia finalmente per l'una e per l'altra congiuntamente, facendo così le veci di quello di Bunsen a macchia translucida. Può inoltre in ciascuno degli indicati casi prestarsi non solo al metodo dell'inversione, onde eliminare gli errori che diversamente influiscono sul risultato, ma anche all'immediata applicazione dell'esploratore cromatico, come si è fatto pel fotometro a compartimento.

Consiste questo in un tubo o cassetta rettangolare oblunga, *ABCD* (fig. 2), internamente annerita, della lunghezza di 3 o 4 decimetri, aperta alle due estremità, colla sezione quadrata di circa un decimetro di lato. Nel mezzo e superiormente è praticata una finestrella rettangolare *ef* di 10 centimetri nel verso della lunghezza del tubo, e di 5 in quello della larghezza. Sotto questa apertura sono fissati due specchi piani *gh*, *gi*, inclinati a 45° all'asse del tubo e fra loro in contatto in *g*, lungo la linea che divide per metà la finestrella nel senso della sua larghezza. Questi specchi sono destinati a ricevere i fasci luminosi provenienti dai due luminari da paragonarsi, posti ad una certa distanza dalle due estremità aperte *BC*, *AD* della cassetta, e lungo l'asse della medesima. La luce di un luminare riflessa da uno specchio esce per una metà della finestrella; quella dell'altro esce per l'altra metà. Se la finestrella sarà occupata da un fino tessuto trasparente, o da una carta resa trasparente con olio fino, o con acido stearico, ovvero dal diaframma ad amido, si potranno eseguire su queste superficie rischiarate gli stessi esperimenti che nel § 3 si indicarono doversi fare col fotometro di Foucault. Onde eliminare gli effetti di un diverso potere riflettente degli specchi, il risultato dovrà cavarsi da due osservazioni in posizioni invertite della cassetta, facendola rotare intorno l'asse verticale del suo sostegno *MN*: ossia il rapporto delle due intensità si otterrà da quello delle due distanze in cui si dovettero collocare le fiamme nelle due osservazioni, seguendo il metodo esposto al § 4. Il risultato stesso si sottoporrà quindi a riprova, ripetendo le osservazioni dopo avervi applicato invariabilmente l'esploratore cromatico. In questo caso di visione per sola trasparenza si potranno con vantaggio sostituire ai due specchi due prismi isosceli, tagliati fuori dallo stesso cubo di cristallo, e collocati in modo che le faccie opposte all'angolo retto siano inclinate all'asse di 45°, e nel loro bordo superiore ridotte in contatto. Le faccie superiori dei due prismi risulteranno contigue, nello stesso piano, ed immediatamente sotto la finestrella.

Volendo invece servirsi di questo apparato per confrontare le intensità per semplice riflessione, secondo il metodo di Bouguer, si copriranno le facce contigue dei due specchi con una lista di carta omogenea, discendente dallo spigolo superiore sull'una e sull'altra faccia degli specchi, e su d'essi ben distesa. Qui parimenti il rapporto delle due intensità si caverà dalle due osservazioni eseguite col metodo dell'inversione, e non sarà desunto dal medio aritmetico, come si pratica generalmente, sibbene dal valore che si ottiene dalla divisione dei due numeri che rappresentano i rapporti delle distanze, come più volte si è avvertito. Qui pure l'esploratore cromatico sarà di qualche vantaggio, come riprova del risultato ottenuto.

L'apparato che fornisce il rapporto di due luminari con metodo misto, cioè per riflessione e per contemporanea trasparenza, è quello del signor Bunsen. Consiste esso in un telajo circolare, coperto di carta a foggia di paralume. Nel centro vedesi una macchia circolare fatta con olio, con acido stearico o con altro grasso fino, ben definita, che ivi rende trasparente la carta. Si colloca il telajo fra le due fonti da esperimentarsi. Posto l'osservatore di fronte ad una faccia del telajo, vede la luce di una fiamma *carcel* trasmessa a traverso la macchia trasparente, e vede contemporaneamente la luce diffusa della fiamma a gas, riflessa dalla carta che circonda la macchia. Si trasloca una delle fiamme sino a ottenere l'equilibrio fra la luce trasmessa e la riflessa. Nel modo ordina-

rio si cava il rapporto delle intensità intrinseche dalla solita legge dei quadrati delle distanze. L'osservatore si pone in seguito di fronte all'altra faccia del telajo, da dove vede inversamente, per trasmissione la luce della fiamma a gas, e per riflessione quella della fiamma alla *carcel*. Conseguito col traslocamento di una di esse l'equilibrio luminoso, si cava un nuovo rapporto delle due intensità, e si prende il medio dei due ottenuti risultati.

Ma questo medio non elimina gli errori: esso contiene ancora, come si è già avvertito discorrendo degli altri metodi fotometrici, una gran parte delle ineguaglianze delle due riflessioni e trasmissioni. Può inoltre variare il risultato a seconda della diversa posizione dell'osservatore dall'una o dall'altra faccia del telajo. I due risultati quindi non sono il più spesso ottenuti in circostanze pari, nè questo apparato è suscettibile dell'applicazione dell'esploratore cromatico.

Tali inconvenienti vengono del tutto eliminati quando il modificato fotometro di Ritchie si faccia agire contemporaneamente per riflessione e per trasmissione de' raggi. A questo scopo si lascerà uno dei due specchi coperto di carta, che rifletterà diffusamente i raggi di una fonte che si vedranno per una metà della finestrella, mentre l'altro specchio rifletterà la luce dell'altro luminare, che penetrerà a traverso la carta, resa trasparente come si fa colla macchia di Bunsen. Guardando la finestrella sotto un cappuccio nero o con un tubo TT' messo innanzi agli occhi, si avrà l'effetto combinato della trasmissione da un lato e della riflessione dall'altro lato dell'apertura. Ragguinto l'equilibrio luminoso delle due fonti C, G, la prima per trasparenza, la seconda per riflessione, alle distanze rispettive A, B dall'apparato, si farà l'inversione dello strumento girandolo intorno all'asse verticale del suo sostegno. Si moverà una delle fonti sino ad ottenersi un nuovo equilibrio luminoso. Chiamate M, N le rispettive distanze dall'apparato delle stesse fonti C, G, la 1.ª ricevuta ora per riflessione e la 2.ª per trasmissione, dal sistema delle due osservazioni si otterrà la stessa proporzione geometrica che si ottenne al § 4 nella nota(4), per eliminare gli errori nel fotometro di Babinet; si avrà cioè: che l'intensità intrinseca C starà all'intensità G, come il rapporto $\frac{A}{B}$ sta al rapporto $\frac{M}{N}$.

Il principio dell'eliminazione degli errori mostra per sè stesso che, a fianco alla carta trasparente, si potrà mettere un vetro piano, leggermente appannato, che ne copra la semiapertura che prima era aperta. Ovvero, si potrà levare la carta trasparente, e coprire tutta la finestrella di un vetro piano e solo per metà smerigliato, o diversamente appannato nelle due metà, avendo cura che il meno appannato corrisponda di sopra alla carta bianca posta sullo specchio.

§ 8.

Il sig. Wollaston, per mettere a confronto l'intensità di due luminari celesti, propose, nel 1829, il seguente processo. Per unità di misura prese l'immagine di una candela di cera, quale appare riflessa dalla superficie convessa del bulbo di un termometro a mercurio di $\frac{1}{4}$ di pollice inglese di diametro. Mediante una lente di 2 pollici di foco, osservava con un occhio la detta immagine, mentre coll'altro, armato di un cannocchiale, traguardava l'immagine di un astro parimente riflessa dallo stesso bulbo.

Per ottenere il paragone di due fonti luminose artificiali, per uso comodo nella pratica,

il sig. Wheastone, molti anni dopo, adottò questo principio, specialmente pel vantaggio che offre di raccogliere, in un campo ristretto di visione, immagini di due luminari comunque fra loro disparati, e v'introdusse importanti modificazioni onde contemplare le immagini ad occhio nudo, e così rendere più semplice e famigliare il descritto processo. In luogo del bulbo di termometro impiegò egli una piccola sfera metallica, presso a poco del diametro come sopra, specularmente levigata. Per evitare nel confronto la dannosa influenza derivante dal diverso potere riflettente dei punti della superficie convessa da cui vengono riflesse le due immagini, sottopose il globetto ad un moto di rotazione intorno al proprio asse. Siccome poi, per effetto della superficie convessa, le due immagini appajono piccolissime, così, per rendere più sensibile all'occhio la differenza di splendore delle medesime, sottopose il globetto ad un secondo moto di rotazione eccentrica intorno ad un punto poco discosto dall'asse della prima rotazione, ed imitò in piccolo i moti di rotazione e di traslazione della terra. Per la durata dell'impressione sull'organo sensorio viene, sulla superficie convessa del mobile, riprodotto il fenomeno del tizzone ardente, che, nel rapido suo volteggiare, assume l'aspetto di un luminoso nastro continuo. Per effetto quindi della rotazione eccentrica vedonsi sul globetto due curve sinuose e rientranti, l'una dovuta alla riflessione de' raggi di un luminare, l'altra dell'altro. Per ridurre eguali le intensità delle due curve si è costretti a traslocarsi, insiem coll'apparato, nell'atto che si produce a mano il doppio movimento, avvicinandosi a quella delle due fonti che produce l'immagine più languida.

Quando si aspiri a maggior precisione, troverei opportuno di mantenere fisso l'apparato in qualsivoglia posizione rispetto alle fonti, e messo in moto da opportuno roteggio regolato da un peso. Invece di traslocare, come faceva Wollaston, uno dei luminari onde ottenere l'equilibrio delle due immagini, proporrei di osservare invece le due immagini curvilinee dotate di diversa intensità, col mezzo di un apparato polariscopico simile a quello del sig. Arago, che descriverò in seguito. Col prisma analizzante a doppia immagine, disposto opportunamente, si ridurrà l'immagine straordinaria di una curva, a raggiungere la stessa intensità dell'immagine ordinaria dell'altra, precisamente come il citato astronomo praticò per ottenere il rapporto fra l'intensità della luce cinerea e quella del crescente lunare.

Ma nel caso di cui ci occupiamo, conseguito l'equilibrio luminoso fra le immagini delle due fonti di intensità intrinseca C, G, poste rispettivamente alle distanze A, B dall'apparato, e chiamato α l'azimut, ossia l'angolo di cui si è fatto rotare l'analizzante indicato sul cerchio diviso, onde raggiungere l'equilibrio, si dimostra: che l'intensità C sta all'intensità G, come il quadrato del rapporto $\frac{A}{B}$ al quadrato della contangente dell'angolo α (6).

---

(6) Infatti le intensità intrinseche C, G al loro passaggio a traverso il prisma analizzante sono espresse rispettivamente da $\frac{C}{A^2}$ e $\frac{G}{B^2}$. Dopo il loro passaggio e sotto un azimut $=\alpha$, esse saran ridotte a $\frac{C}{C^2}\cos^2\alpha$, $\frac{G}{B^2}\sin^2\alpha$. Ma assumendo l'angolo di rotazione α, quello che riduce eguali le intensità, si avrà l'equazione $C\frac{\cos^2\alpha}{A^2} = G\frac{\sin^2\alpha}{B}$, e quindi la proporzione $C:G :: \left(\frac{A}{B}\right)^2 : \cot^2\alpha$.

§ 9.

Se di grande utilità pei bisogni domestici e per l'economia industriale è la misura delle intensità relative di fonti luminose artifiziali, il paragone delle intensità dei luminari celesti è, per la scienza astronomica, una fonte inesauribile di induzioni più o meno probabili sulla costituzione fisica degli astri e sulle nuove formazioni cosmiche che tuttora vanno elaborandosi in seno all'indefinita sostanza eterea. E tali confronti non possono ottenersi che dal perfezionamento pratico apportato alla fotometria. È per essa che si potrà un giorno realizzare una classificazione meno vaga e più razionale delle stelle, desunta dal loro vario splendore; che si otterrà una più esatta determinazione dei periodi che riconducono le variabili o cangianti al loro primitivo stato; che si daranno misure più precise dell'intensità luminosa dei pianeti nelle loro diverse fasi, di quella degli anelli rispetto al disco centrale di Saturno, di quella della luna e del sole in diverse epoche dell'anno ed in diverse ore del giorno, non che dell'intensità relativa delle diverse regioni del cielo e delle nubi rischiarate dal sole. Per essa saremo più rassicurati un giorno della tenuità della materia delle comete, e forse la luce cinerea della luna potrà, con generale sorpresa, riverberare all'occhio del meteorologista, come da uno specchio, lo stato più o meno nuvoloso del cielo, e fornirgli precise nozioni sulle condizioni medie di diafaneità atmosferica, meglio che per osservazioni dirette sulla medesima; non altrimenti che siamo talvolta avvertiti dell' esistenza di nubi in remote regioni del nostro globo, dall'apparenza della luna totalmente eclissata, quando, venendo esse ad attraversare il cammino de' raggi solari, piegati dalla rifrazione sul disco lunare, vi projettano le loro ombre, che dalla terra vedonsi andar vagando sul disco sanguigno del nostro satellite. Tali sono i principali problemi, la cui soluzione è da attendersi dal perfezionamento degli apparati misuratori. Per lo che dice il sig. Arago, in una sua Memoria presentata il 5 agosto 1833 all'Accademia delle scienze di Parigi: « Nonostante il brillante ed inaspettato progresso che l'ottica ha fatto da un terzo di secolo, un sol ramo di questa scienza, la fotometria, è rimasto pressochè stazionario. I mezzi di cui Bouguer, Lambert e Rumford si servirono, mancano affatto di precisione». Vedremo in seguito come il citato astronomo abbia procurato di riempiere questa lacuna (7).

Intanto, siccome ho cercato, nei precedenti paragrafi, di discutere i mezzi dai fisici impiegati e da me in qualche parte modificati, onde ottenere con più esattezza il confronto di luci artificiali o terrestri, così mostrerò qui brevemente di quali artifizj si servirono i fisici finora per la misura di intensità di luminari celesti, suggerendo parimenti quelle modificazioni che mi sembrano opportune. La differenza fra le due ricerche consiste specialmente nel non potere in questa giovarci, come nella prima, della legge della ragione inversa dei quadrati delle distanze, essendo queste fonti inamovibili; e doverci limitare alla misura, non dell'intrinseca, ma dell'apparente intensità.

(7) Rispetto alla fotometria celeste giova avvertire, che alcune differenze che si incontrano nei rapporti di intensità determinati da varj osservatori, sono da attribuirsi forse più all'influenza dell'atmosfera, che alla diversità de' metodi impiegati. Quando trattisi di somma precisione, si dovranno avere gli opportuni riguardi, non solo alla diafaneità dell'aria, variabile in diversi tempi ed in posizioni diverse dell'osservatore, ma più d'ogni altro alla minore o maggiore elevazione sull'orizzonte degli astri, di cui voglionsi determinare i rapporti d'intensità luminosa.

§ 10.

Il primo che si propose di paragonare scientificamente fra loro i luminari celesti fu il signor Michel. Egli tentò di determinare a quale distanza dovrebbe allontanarsi il sole, perchè fosse ridotto al semplice splendore di Sirio, o di altra stella di determinata grandezza. Egli era d'avviso che le stelle di luce più candida fossero quelle che emettevano un maggiore splendore, astrazion fatta dalla loro grandezza; e trovarsene alcune di bianchezza maggiore di quella del sole. Se non eseguì, tentò almeno di paragonare fra loro le intensità luminose delle stelle, ma non lasciò descritto il processo esperimentale di cui si è servito, in appoggio ai risultati da lui enunciati.

Nella classificazione intrapresa dal sig. William Herschel dei diversi gruppi di stelle, fu egli il primo che immaginò e descrisse un processo fotometrico onde numericamente esprimere il rapporto fra l'intensità di una stella di prima grandezza e quella di seconda, di terza, o di ordine inferiore. Trovò, per esempio, col suo apparato, che alcune stelle di 2.ª grandezza da lui osservate, equivalevano alla quarta parte dello splendore di Arturo, stella di 1.ª grandezza; che altre di 4.ª davano lo splendore di un sedicesimo di quella d'Arturo; e stelle comprese fra la 5.ª e 6.ª grandezza equivalevano alla sessantaquattresima parte dello splendore dello stesso Arturo. Trovò parimenti che, ridotto ad $\frac{1}{4}$ lo splendore della Capra, che è pure di 1.ª grandezza, eguaglierebbe lo splendore di alcune stelle di 2.ª; che ridotto ad $\frac{1}{16}$ eguaglierebbe lo splendore di alcune di 4.ª, e ridotto ad $\frac{1}{64}$ eguaglierebbe altre di 5.ª a 6.ª grandezza. Si accertò che Wega della Lira, di 1.ª grandezza, paragonata colle stesse precedenti stelle dà, con sorprendente accordo, i risultati ottenuti dai confronti colla Capra. Trovò poi che lo splendore di questa è un po'meno della metà di quello di Sirio, il più luminoso fra le stelle di 1.ª grandezza; e così dicasi di altre.

Ad ottenere questi risultati numerici, il citato astronomo si serviva di due telescopj di 2 metri e 13 centimetri ciascuno, esattamente simili, posti l'uno a fianco dell'altro, in modo che l'osservatore potesse, in men d'un secondo di tempo, trasportarsi dall'oculare del primo a quello del secondo telescopio. Alcune aperture circolari in cartone riducevano gradualmente, e secondo conosciuti rapporti, la quantità di luce dell'immagine che in uno dei due telescopj formava la più brillante delle due stelle da paragonarsi. Nell'operare questa riduzione si arrestava al momento in cui l'immagine, così indebolita, pareva eguale all'immagine non ridotta della seconda stella veduta nell'altro telescopio. Questa scala di riduzione non discendeva mai al di sotto del quarto d'intensità, evitando espressamente l'uso di aperture che, a motivo della loro piccolezza, avrebbero, in causa della diffrazione, di troppo cambiate le dimensioni dell'immagine. Però, quando trattavasi di confronti di stelle, di cui una fosse d'intensità meno di un quarto dell'altra, in luogo di farne un paragone diretto, passava, in via di successivi confronti, per stelle di uno splendore intermedio.

A questo processo di Herschel, che ha il carattere di un'indagine fisica, più che di un apparato fotometrico di uso comune, si rimprovera primieramente, che l'immagine della stella nel telescopio ad apertura ridotta non ha mai la stessa dimensione che a lei competerebbe ad objettivo libero, e quindi l'effetto della diffrazione, che pure si mani-

festa anche in grandi aperture, pone le due immagini in circostanze diverse. In secondo luogo, non vedendosi simultaneamente le due immagini, il giudizio dell'eguaglianza manca della necessaria precisione. Ma dalla concordanza dei risultati si può inferire, che la somma perizia dell'osservatore supplì al difetto del metodo.

Il sig. Wollaston immaginò da principio, di far passare in una camera oscura un fascio di raggi solari, a traverso una piccola apertura circolare, praticata in una foglietta metallica. Nella direzione di questi raggi poneva un cilindro opaco, che projettava la sua ombra sopra un telajo. Collocava quindi una candela di cera in tal posizione, che la seconda ombra projettata dal cilindro divenisse eguale in intensità alla prima. Il rapporto d'intensità delle due sorgenti luminose era quindi dedotto col calcolo dipendente dal diametro del foro, e dalle distanze dal telajo tanto del foro che della candela. È questa una riproduzione del metodo di Bouguer ad ombre projettate. Lo stesso fisico però abbandonò in seguito il metodo delle ombre, ed ebbe ricorso al metodo delle immagini riflesse dal bulbo del termometro, di cui si è già parlato indietro. Assumendo come unità di misura nei successivi confronti dell'intensità del sole e di Sirio, l'intensità della candela, fatte le necessarie correzioni dipendenti dai dati dell'esperienza, e tenuta a calcolo la perdita di luce operata dalla riflessione, venne egli alla conclusione, che lo splendore del sole è 20 mila milioni di volte quello di Sirio.

Altri apparati sono fondati sul principio dell'estinzione della luce, ossia sul modo di produrre siffatta riduzione d'intensità luminosa degli astri, da divenire essa insensibile all'occhio. Tale è il processo del sig. Köhler, come rilevasi da una sua Nota inserita nelle *Efemeridi* del sig. Bode pel 1789. Egli, invece di collocare innanzi al telescopio varie aperture di diametro successivamente ridotto, come praticava Herschel, poneva innanzi al suo objettivo di 49 centimetri, un apposito apparecchio a diaframma quadrato, di cui, con opportuno meccanismo, faceva variare la lunghezza della diagonale, e quindi l'area del quadrato accessibile alla luce. Coll'intera apertura del quadrato abbracciante tutto il diametro dell'objettivo si vedevano le stelle di 9.ª a 10.ª grandezza, e queste si estinguevano, non altrimenti che quelle di ordine superiore, a misura che si veniva restringendo l'area del quadrato, la quale era desunta mediante una misura in millimetri, che forniva il raccorciamento successivo della diagonale del quadrato. Ma qui pure l'influenza che i bordi del diaframma esercitano sul cammino dei raggi, e quindi sopra i diametri delle immagini, rende questo processo mancante della voluta precisione.

Appoggiato allo stesso principio dell'estinzione della luce, ma esente del difetto nato dalla riduzione della superficie dell'objettivo, è l'apparato proposto dal sig. conte Xavier De Maistre. Dispose egli di due prismi, uno di vetro azzurro, l'altro bianco, in modo che la luce attraversante il parallelepipedo nato dalla loro unione, non avesse a provare nel complesso una decomposizione prismatica sensibile. Il prisma azzurro era così sottile, che trasmetteva la luce delle più piccole stelle, mentre che sulla base opposta allo spigolo acuto era totalmente estinta la luce delle più brillanti. Fra le molte difficoltà cui è soggetto questo strumento, basta citare l'impossibilità di applicare un tal parallelepipedo davanti ad un objettivo di discreta apertura, colla complicazione di doverne calcolare il corrispondente assorbimento. Collocato infatti davanti l'objettivo, i raggi che concorrono alla formazione dell'immagine avrebbero attraversato spessori di vetro azzurro assai dissimili.

Più razionale invero è il sistema di Ramsden, di collocare un simile e più piccolo parallelepipedo, non all'objettivo, ma innanzi all'oculare, e mobile longitudinalmente. Veramente egli non lo usò come misuratore di intensità di luce, sibbene come elioscopio, per diminuire gradatamente il troppo intenso chiarore del sole, e ne costrusse uno applicato al cannocchiale del quadrante murale che il nostro Osservatorio possiede (8). Esso può anche impiegarsi come fotometro ad estinzione, salvo la difficoltà di eliminare l'incognita variabilità dell'assorbimento, sì per l'eterogeneità della pasta del vetro, come per la quantità di tinta variabile nei diversi punti del prisma colorato. In luogo di movere nel senso della lunghezza tutto il parallelepipedo, il signor Quetelet propose di far scorrere i due prismi l'uno sull'altro, ed entrambi colorati della stessa tinta, in guisa da variare lo spessore del parallelepipedo. In tal modo si osserva l'astro sopra diversi punti del vetro, e si ottiene qualche compensazione alla variabile distribuzione della tinta. Conseguì lo stesso astronomo l'estinzione totale, sostituendo al parallelepipedo un tubo di lunghezza variabile a piacere, e mantenuto ripieno di un liquido colorato (9).

Un altro mezzo, usato da lui e dal signor Plateau, consiste nell'ottenere l'estinzione della luce mediante successive riflessioni fra due specchi di forma rettangolare, collocati parallelamente l'uno di contro all'altro, ed a piccolissima distanza.

Se però il principio dell'estinzione della luce può giovare alla soluzione del problema fotometrico, parmi che preferibile ai già descritti apparati sia il seguente, fondato sull'assorbimento od estinzione della luce polarizzata, che meglio si presta mediante la legge di Malus, verificata da Arago, al calcolo delle intensità. La luce di una stella che penetra nel cannocchiale venga polarizzata con uno qualsivoglia dei noti mezzi, per esempio, con un prisma di Nicol o di Foucault (10). Si riceva l'immagine sull'apparato analizzante a prisma birefringente, o, per più semplicità, con altro prisma di Nicol, le cui rotazioni siano misurate sopra un cerchio diviso, come trovasi applicato al polariscopio di Biot. Quando

---

(8) Vedi innanzi l'appendice (*B*) a questa Memoria.

(9) Questo processo è fondato sullo stesso principio di quello impiegato dal sig. Lampadius, di attenuare l'intensità luminosa col mezzo di lamine di vetro sovrapposte, per le quali il fascio di luce sia obbligato a passare. Se si indica con L l'intensità luminosa, con n il numero delle lamine sovrapposte, e con α una frazione dell'intensità corrispondente alla porzione assorbita da una lamina, l'intensità del fascio emergente dalla detta pila di lamine sarà espressa da $L(1-\alpha)^n$.

(10) Quando voglia usarsi del prisma di Nicol, non come analizzante, ma semplicemente come polarizzante, non è più necessario il gran campo di visione di 32°, trattandosi solo di polarizzare un fascio di raggi paralleli. Il campo di 32° è nel prisma di Nicol compreso fra le due frangie, l'una colorata in rosso e l'altra in bleu, che corrispondono alle direzioni-limiti, secondo le quali il raggio ordinario e lo straordinario si trasmettono. Nel semplice caso adunque di voler polarizzare un fascio di raggi paralleli, possono introdursi le modificazioni immaginate dal signor Foucault. Con queste viene diminuita d'assai la ordinaria lunghezza del prisma polarizzante, che in quello di Nicol è tre volte la lunghezza di uno dei lati delle basi, mentre la lunghezza in questo è ridotta ad 1 $^1/_4$.

Ciò si ottiene quando la sezione che passa dall'angolo ottuso del prisma, sia inclinata di 59 gradi al piano delle basi, ed invece di balsamo del Canadà si lasci un sottil strato d'aria, che determina la riflessione totale del raggio ordinario. Il campo angolare della polarizzazione completa è in questo prisma di soli 8°, ed è terminato o compreso fra due fasce entrambe rosse. Un fascio di luce solare, i cui raggi estremi non sottendano che un mezzo grado, da questo prisma a lamina d'aria di 8° di campo viene completamente polarizzato in ogni elemento di cui si compone. Il raggio ordinario vien riflesso quasi normalmente all'intersezione delle due facce laterali, e quindi non vi è pericolo che si mischii col raggio straordinario, che solo esce dalla base opposta.

le sezioni principali dei due prismi saranno parallele, si avrà l'intensità totale dell'immagine straordinaria, che sola ha attraversato il primo prisma. Rotando il secondo prisma, si vedrà questa gradatamente diminuir di splendore, sino a scomparire totalmente sotto un angolo α di rotazione. Sia α' l'angolo di estinzione per un'altra stella che vuolsi paragonare. Le intensità dei due astri saranno fra loro in ragione inversa dei quadrati dei coseni dei rispettivi angoli α, α' di estinzione.

§ 11.

Il signor Arago adottò altri principj, e mediante il suo cannocchiale prismatico, questo ramo di ottica esperimentale ottenne un importante avanzamento. Pongasi innanzi all'objettivo di un cannocchiale prismatico di Rochon, un prisma di Nicol, che ha la proprietà di non trasmettere che luce polarizzata. Se la sezione principale di questo prisma coincide con quella del prisma interno, il cannocchiale non presenta che una sola immagine dell'astro su cui è diretto. Ma al momento che le sezioni principali cessano di coincidere, una seconda immagine si forma a spese della prima, e la sua intensità va aumentando coll'angolo delle due sezioni, sino al limite di 90°. Ciò che questo metodo ha di caratteristico e di prezioso per la fotometria si è, che l'intensità di questa seconda immagine nascente può essere calcolata con tutta la voluta esattezza, colla legge già sopra impiegata del quadrato dei coseni. Se si indica coll'unità l'intensità dell'immagine principale, quella della secondaria sarà zero quando le due sezioni principali coincidono, e per un angolo α sarà rappresentata da $\cos.^2 \alpha$. Se si vuole paragonare, per esempio, l'intensità della luce cinerea della luna con quella del suo crescente, rischiarato dai raggi del sole, si disporranno i prismi, interno ed esterno, in modo che sia visibile una sola immagine; sarà questo il punto di partenza nella misura degli angoli. Si faccia ora rotare il prisma esterno ovvero l'interno; comincerà ad apparire l'immagine secondaria. Si continui la rotazione sino a che la porzione corrispondente al crescente nell'immagine secondaria diminuisca tanto di splendore, da eguagliare il debole chiarore della luce cinerea dell'immagine primaria. Sia questa eguaglianza ottenuta coll'angolo α di rotazione. Il rapporto d'intensità fra la luce del crescente e la cinerea sarà come il quadrato del seno al quadrato del coseno dell'angolo α.

Se si temesse di non aver determinato con sufficiente esattezza il punto in cui le due sezioni principali coincidono, cioè quello in cui l'immagine secondaria scompare totalmente, ossia il punto a partir dal quale gli angoli di rotazione del prisma devono essere contati, si eseguirebbe la indicata esperienza facendo rotare il prisma in due versi contrarj, e si impiegherebbe la metà dell'angolo così percorso, da mettersi per α nelle funzioni circolari del seno e coseno.

In luogo del cannocchiale di Rochon si può usare un qualunque cannocchiale, purchè innanzi all'objettivo siavi il prisma fisso di Nicol, e dalla parte dell'oculare venga disposto l'apparato a prisma birefringente, col relativo cerchio diviso per la misura della rotazione, quale trovasi nel noto polariscopio di Biot.

Da alcune esperienze fatte con questo apparato dal signor Lauger il 16 maggio 1850, per incarico del signor Arago, reso per debolezza di vista incapace ad osservare, risultò

che l'intensità della luce cinerea che occupa una porzione del disco lunare, era la quattromillesima parte dell'intensità della porzione direttamente rischiarata dal sole; e stante la gran variabilità di quest'ultima, il 2 seguente giugno fu trovato che le due intensità erano fra loro come 1 : 7000. Lo stesso Lauger eseguì pure con questo apparato varj confronti d'intensità di stelle paragonate a quella di Sirio. Rappresentando col numero 1000 l'intensità di quest'ultima stella, risultò il numero 617 per l'α della Lira, 445 per Procione, 439 per Rigel, e così dicasi di molte altre.

I rapporti ottenuti dai signori Steinheil e Seidel poco differiscono da quelli di Lauger, quantunque eseguiti con un fotometro non fondato sul principio della polarizzazione della luce. Di questo apparato, immaginato dallo stesso Steinheil sino dal 1835, può vedersi la descrizione nella sua Memoria, *Elemente der Helligkeit messungen*.

A persuaderci che l'apparato sopra descritto può esso pure richiedere qualche modificazione, accennerò all'inconveniente di servirsi del prisma di Nicol posto innanzi all'objettivo, a meno che questo sia di tale dimensione da abbracciarlo in totalità. Altro è pur quello di dovere, nei paragoni di stelle lontane fra loro, o passare per altre intermedie che cadano simultaneamente nel campo del cannocchiale, o servirsi di una fonte ausiliaria. Non pare poi, come già ho avvertito in principio di questa Memoria, di sufficiente precisione appoggiare i paragoni soltanto al giudizio di eguaglianza di intensità di due immagini, essendo noto che la differenza fra esse di $^1/_{30}$ non è più percettibile all'occhio; mentre invece risulta dall'esperimento stesso di Foucault, descritto al § 1, che la disparizione del colore renderebbe sensibile la differenza di $^1/_{50}$, come si è detto nella nota (2) al § 1.

§ 12.

Ad ovviare alle indicate mende ho fatto preparare una machina, di cui vi presento il disegno fotografico, e la quale racchiude in sè stessa i due sistemi di Arago e di Babinet. Davanti all'objettivo di un cannocchiale *DD'* (fig. 3), ed alla distanza di centim.^{i} 30 è fissamente disposto uno specchio *FF* inclinato all'asse ottico, di dimensione maggiore dell'objettivo stesso, che diremo *specchio frontale*. L'objettivo ha 4 centim.^{i} d'apertura e 44 di distanza focale. Si immagini un altro specchio rettangolare, di larghezza poco più del diametro dell'objettivo e di lunghezza doppia. Sia questo segato in mezzo nel senso della sua lunghezza, e si consideri la retta che li divide entrambi per mezzo, nel senso della larghezza. Con opportuno congegno possono questi specchi rotare intorno a questa retta, e comprendere fra i loro piani un qualsivoglia angolo. Si immagini inoltre il piano, che dirò *separatore*, il quale, passando per l'asse ottico e per la normale allo specchio frontale, divide per mezzo il tubo e l'objettivo, e si protende al di fuori di esso. Al di sopra del tubo ed alla distanza dall'asse ottico di centim.^{i} 18 si porrà stabilmente, a 38 centim^i. dall'objettivo, misurati sull'asse, il sistema de'due specchi *mm'*, *pp'*, mobili intorno alla concepita retta come ad asse comune, ed in tale posizione, che il piano separatore passi fra l'uno e l'altro specchio ad angolo retto coll'asse della loro indipendente rotazione.

Ad una determinata distanza dal foco dell'objettivo, entro il cono de'raggi convergenti, sono disposti due prismi di Nicol o di Foucault, insieme congiunti per due facce appia-

nate, ed in modo che i piani delle rispettive sezioni principali siano fra loro rettangolari. Il piano comune di contatto dovrà giacere nel piano separatore. Son questi i prismi *polarizzanti*. In seguito trovasi un altro prisma di Nicol, di dimensione eguale al sistema dei due precedenti, il cui uffizio è di indebolire uno dei due fasci luminosi emergenti dai due polarizzanti, a seconda della posizione della propria sezione principale, rispetto a quelle dei polarizzanti. Questo prisma, che dirò *distributore*, può rotare intorno al proprio asse di una quantità angolare, misurata per mezzo di un indice sopra un disco esterno *rr'*, diviso precisamente come il cerchio graduato nel polariscopio di Biot. A poca distanza da quest'ultimo trovasi una lamina di quarzo a faccie piane e parallele, tagliata normalmente all' asse cristallografico, e dello spessore di poco più di un centimetro.

Vedesi da questa disposizione, che il piano separatore prolungato sino al foco, divide in due compartimenti eguali e del tutto simmetrici, rispetto alle parti che trovansi dall'uno e dall'altro lato di esso, i componenti dell'apparato costituiti dalla capacità interna del tubo, dall'apertura dell'objettivo, dallo specchio frontale, dal sistema de' due specchi rotanti, da quello dei polarizzanti, e finalmente dal distributore e dalla lamina di quarzo.

I rapporti delle distanze fra l'objettivo, lo specchio frontale e l'asse di rotazione dei due prismi mobili sono tali, che un fascio di raggi paralleli cadenti su uno de' due specchi e riflesso dal frontale sulla metà dell'objettivo, penetra in uno dei polarizzanti, attraversa il distributore ed il quarzo, e percorrendo un separato compartimento, va a concentrarsi nel foco. Un altro fascio di raggi proveniente da diversa fonte cade sull'altro specchio opportunamente rotato, si riflette sull' altra metà del frontale, attraversa la semi-apertura dell' objettivo, passa pel rispettivo prisma polarizzante, indi a traverso il distributore ed il quarzo percorre il rispettivo compartimento, e va a concentrarsi nello stesso punto focale ove cadde l'immagine dell'altra fonte luminosa. Si vedrà quindi nel campo del cannocchiale, qualora l'analizzante sia un prisma di Nicol, un'immagine sola, prodotta dalla sovrapposizione delle immagini dei due fasci di luce provenienti da diverse fonti, per esempio, da due stelle, i cui raggi, dopo aver attraversati i rispettivi compartimenti, si sono concentrati nel foco. Se l'analizzante sarà un prisma birefringente, si vedranno due immagini. L'analizzante deve tenersi fisso, giacchè l'uffizio di raggiungere l'equilibrio luminoso è interamente demandato al distributore mobile. Un cannocchiale di tal fatta, co' suoi accessorj ad esso invariabilmente uniti, è collocato sopra una macchina parallatica ABC, destinata a seguire il moto diurno della sfera celeste, e può rotare intorno all' asse ottico, entro due anelli che lo tengono congiunto alla parallatica. Vuolsi ora confrontare l'apparente intensità *C, G* di due astri? Disposta in giusta posizione la parallatica, si ruoti il cannocchiale intorno al suo asse ottico, sino a che il piano separatore coincida col piano che passa pei detti astri. Facendo in seguito rotare gli specchi coi rispettivi bottoni, si riceva l'immagine di un astro con uno, e quella dell'altro coll'altro specchio, in modo che le loro immagini vengano a sovrapporsi nel campo del cannocchiale.

Supponiamo da prima che i due astri abbiano eguale intensità. L'immagine unica risultante si vedrà colorata in sino a che non siasi, colla rotazione, disposta la sezion principale del distributore precisamente a 45° dalle due sezioni principali dei polarizzanti. In tal posizione l'immagine comparirà bianca. Se supponiamo invece che l'astro *C* sia di

intensità minore dell'astro G, e sia ancora a 45° la sezione principale del distributore, allora l'immagine cesserà di essere bianca, e per ridurla tale converrà rotare il distributore, avvicinando la sua sezion principale a quella del polarizzante, pel quale passò il fascio di luce meno intensa. Sia ∂ l'angolo fra le dette sezioni in cui si ottenne la scomparsa del colore, la intensià C starà all'intensità G, come sen. $^2\partial$ sta a $\cos^2\partial$.

Ma si objetterà con ragione, che i due fasci luminosi percorrendo compartimenti diversi, sono diversamente influenzati, sia dalla diversità degli specchi riflettenti, sia dalla diversa diafanecità dei polarizzanti, e che quindi, non essendo in circostanze pari i detti fasci, il confronto delle loro immagini è erroneo. — Ebbene, si risponderà, siamo qui nelle stesse circostanze in cui il signor Faucault si è servito del fotometro di Babinet, e quindi, come ho mostrato al § 4, l'artifizio col quale si eliminano in quello gli errori inerenti all'apparecchio polarizzante col metodo dell'inversione, così è ovvio applicare un metodo simile anche a questo apparato. Saremo anzi in circostanze più favorevoli, potendosi in questo eseguir l'inversione in modo assai più facile e spedito. Infatti, in una seconda osservazione, il fascio luminoso C, che era prima riflesso da uno specchio, si riceva ora per riflessione dall'altro specchio rotante, di maniera che sia questo obbligato a percorrere quel compartimento che prima era percorso dal fascio di luce G. Si procederà analogamente rispetto all'altra fonte G di luce. Se quindi dicesi λ l'angolo che in questa seconda osservazione è analogo all'angolo ∂ della prima, si saranno eliminati gli errori quando si calcolino ora le intensità C e G mediante la proporzione seguente: l'intensità C starà alla G, come il prodotto dei seni dei due angoli ∂, λ sta al prodotto dei coseni (11).

Nel descritto apparato si potrà sopprimere uno degli specchietti mobili, e l'analoga metà dello specchio frontale. In tal modo uno dei due astri si osserverà per riflessione e l'altro direttamente. Ma nella osservazione conjugata si dovrà inversamente osservare il primo astro direttamente e l'altro per riflessione. Potrà anche rendersi più semplice la costruzione della macchina sopprimendo lo specchio frontale, e sostituendo in sua vece i due specchietti mobili, od anche uno solo, seguendo il precedente processo di osservare un astro direttamente e l'altro per riflessione. Del resto giova avvertire, che se, ad imitazione di Wollaston e di Foucault, si vogliono paragonare le intensità di due sorgenti luminose con una terza sorgente artifiziale che loro serva di comune misura, questo strumento si presterà meglio d'ogni altro all'intento. Infatti, non essendo in tal caso necessaria l'inversione onde ottenere un risultato esente da errori, si disporrà la luce ausiliaria al posto di uno degli specchietti mobili; e questa verrà prodotta collocando nell'indicato luogo un pezzetto di calce, fissa allo strumento e mobile con esso, entro il

---

(11) Richiamando quanto si è detto nella nota (4) del § 4 e nella nota (6) del § 8, si vedrà che, sostituite alle distanze A, B, le quantità $\sin\delta$, $\cos\delta$ (ove δ rappresenta l'azimut di rotazione), la formola relativa alla prima osservazione diventa

$$C\cos^2\delta\,(1-\alpha) = G\sin^2\delta\,(1-\beta),$$

ossia $$\frac{C}{G} = \frac{\mathrm{Sin}^2\partial}{\mathrm{Cos}^2\partial}\cdot\frac{1-\beta}{1-\alpha},$$

e quella relativa alla seconda osservazione, in cui l'azimut sia λ, diventa

$$C\cos^2\lambda\,(1-\beta) = G\sin^2\lambda\,(1-\alpha);$$

e quindi $\frac{C}{G} = \frac{\mathrm{Sin}^2\lambda}{\mathrm{Cos}^2\lambda}\,\frac{1-\alpha}{1-\beta}$. Dal prodotto dei due ottenuti rapporti, estratta la radice, si ha $\frac{C}{G} = \frac{\mathrm{Sin}\,\partial\,\mathrm{Sin}\,\lambda}{\mathrm{Cos}\,\partial\,\mathrm{Cos}\,\lambda}$. Questa dà pure:

$$C : G :: \text{tang. } \delta : \text{cotang. } \lambda.$$

reticolo di platino, sul quale, mediante un tubo flessibile, si dirigerà il miscuglio dei due gas componenti l'acqua. Innanzi a questa fonte luminosa si disporrà un diaframma forato, pel quale passando la luce cadrà sullo specchio frontale, indi, attraversata la metà dell'objettivo, andrà a formare nel foco un'immagine simile a quella di un astro. Molti degli apparati fotometrici, non altrimenti che questo ora descritto per la fotometria celeste, sono applicabili con vantaggio anche al paragone di fonti luminose artifiziali.

Meglio della descrizione data di questo apparato gioverà l'immediata ispezione della macchina, collocata nella nostra specola, od anche l'ispezione del disegno fotografico della medesima. Questo, come quello dell'eliostata di Silbermann, che sottopongo al vostro giudizio, chiarissimi colleghi, fu eseguito, sotto la mia direzione, dal distinto fotografo signor don Giovanni Gattoni; e sono entrambi destinati per corredo del nostro Osservatorio. In questa occasione mi sia lecito esternare il desiderio, che anche il nostro Istituto faccia eseguire pel proprio gabinetto disegni stereoscopici delle macchine che gli mancano, in sussidio degli ordinarj disegni (12); ed in ciò non solo io, ma anche il citato fotografo presterebbe tutte le sue cure onde riuscissero della maggior precisione, col minimo dispendio possibile, dichiarandosi egli abbastanza compensato dell'onore di poter prestare l'opera sua all'incremento della nostra supellettile tecnologica.

---

(11) Verrà forse un tempo in cui, non solo i gabinetti meccanici e tecnologici saranno proveduti di una serie di doppie immagini stereoscopiche; ma anche i trattati di geometria dei solidi, ed i corsi di fisica, meccanica, astronomia, anatomia e di altre scienze naturali saranno accompagnati da tali disegni, onde facilitare agli studiosi l'intelligenza delle figure, che male rappresentano i rilievi.

APPENDICE (*A*).

Sulla visione binoculare.

Tutti quelli abituati a servirsi de' cannocchiali da teatro a doppio tubo, sono convinti praticamente della prevalente utilità della visione binoculare. Nei tempi addietro si costruirono cannocchiali accoppiati anche per le osservazioni celesti. L'inventore di questi fu il cappuccino Antonio Maria Schyrle, alemanno, noto nelle scienze sotto il nome di Rheita sua patria. In fine al primo volume della sua opera curiosa e rara, intitolata *Oculus Enoch et Eliæ*, in due volumi in foglio, stampata ad Anversa nel 1645 da Girolamo Verdusio, trovasi un trattato *De confectione telescopii binoculi*. Posteriormente, nel 1679, il padre Cherubino d'Orléans, dello stesso Ordine, pubblicò un'opera col titolo *De telescopio binoculo*, ed altra, *De visione perfecta*, ove si parla di questa invenzione, e non già nella *Dioptrique oculaire*, come accenna l'*Encielopedia metodica* alla voce *Binocle*. Dice il redattore O. T. di quell'articolo, che tale specie di telescopj era più incomoda che utile, sicchè i posteriori trattatisti di ottica non ne fecero più parola. Ma il De Lalande vi aggiunse: *J'ai vu à la Haye, chez Mr. Hemstruys, des binocles de différentes espèces qui reussissoit très-bien. Mr. Delile s'en servoit aussi pour de très-grandes lunettes, parce qu'on n'auroit pas pu, sans cela, réunir le grossissement avec l'étendue du champ.* Il Montucla osserva, che questa invenzione fu troppo trascurata; ed il sig. Pillet, nel volume VIII, pag. 343, della *Biographie universelle*, alla voce *Chérubin*, dice, che il padre Cherubino d'Orléans costrusse e fece conoscere il binoculo del suo collega Schyrle, e ne offrì uno nel 1676 a Luigi XIV, il quale presentava grande vantaggio sugli ordinarj cannocchiali; aggiunge che furono essi abbandonati dopo che si introdussero i telescopj a riflessione, e che tale invenzione sarebbe utilmente applicabile ai cannocchiali acromatici. Ma, dacchè gli objettivi acquistarono diametri superiori all'ordinaria distanza delle pupille, e dacchè si introdussero nei loro fochi ottici i micrometri, indispensabili alla determinazione della posizione degli astri, divennero i binoculi totalmente fuori d'uso. Tuttavia, per l'indagine sulla costituzione fisica dei corpi celesti, e per la ricerca di comete o di asteroidi, tale accoppiamento può essere di qualche vantaggio, non solo pel risparmio di fatica dell'organo sensorio, ma pel considerevole aumento, a parità di circostanze, della facoltà visiva. Quando vogliasi approfittare della visione binoculare, si dovranno accoppiare due cannocchiali, in cui gli objettivi abbiano diametri eguali e pari distanze focali. Se però il loro diametro sarà superiore all'ordinaria distanza delle pupille, si procederà in due modi. Nel primo si dovranno ricevere le immagini lateralmente, obbligando i coni luminosi convergenti al foco, a piegarsi con riflessione rettangolare, ed uscire in direzione normale all'asse del tubo, precisamente come avviene nei telescopj newtoniani. La riflessione verrà effettuata sulla faccia interna di un prisma rettangolare di vetro, inclinata di 45 gradi all'asse ottico del cannocchiale. Per siffatta guisa, il foco dell'objettivo cadrà entro il tubo oculare, posto normale all'asse del tubo principale.

Predisposto in tal maniera il primo cannocchiale, che indicherò con C, onde rendere il secondo, che indico con C', atto alla visione binoculare, si dovrà in questo collocare un prisma più grande e più lontano dall'oculare, e che rifletta rettangolarmente il relativo cono luminoso, il quale sarà parimenti ricevuto in un tubo oculare come prima, ma di lunghezza proporzionalmente maggiore. Si indichi con D il diametro comune ai due objettivi, con L la distanza dell'objettivo C dal centro della faccia riflettente del prisma, e con p la distanza di questo centro dall'apertura del tubo oculare, ove deve applicarsi l'occhio. Nel cannocchiale C', da accoppiarvisi, il centro della faccia riflettente del prisma dovrà porsi ad una distanza dall'objettivo data dalla differenza $L - D$; e la distanza di questo stesso centro dall'apertura, per cui traguarderà l'altro occhio, sarà data da $D + p$. Così preparato il cannocchiale C', si porrà a fianco all'altro, in guisa che il piano passante per gli assi ottici di entrambi, passi contemporaneamente per gli assi ottici dei tubi oculari. Ciò ottenuto, si faccia scorrere il tubo del cannocchiale C' lungo quello del cannocchiale C, sino a che le due aperture oculari cadano alla distanza d delle due pupille. In tal caso i due objettivi non saran disposti nello stesso piano, ma quello del cannocchiale C' rimarrà indietro dell'altro di una quantità $= D + d$, ciò che non porta difetto. Questa disposizione riesce ancor più presto effettuabile nei telescopj newtoniani, ove già le immagini degli astri si ricevono lateralmente, riflesse dallo specchietto inclinato a 45 gradi all'asse ottico del riflettore principale.

Il secondo modo di accoppiamento consiste nel ricevere l'immagine dopo due riflessioni prismatiche per ciascun cannocchiale. Nella fig. 4 (Tav. VII), TS rappresenta il tubo d'un cannocchiale, p, q due prismi rettangolari; l'oculare è applicato al punto o. Lo stesso dicasi rispetto all'altro cannocchiale $T'S'$, in cui p', q', o' denotano i due prismi e l'oculare. Le linee spezzate $STpqo$, $S'T'p'q'o'$ indicano il cammino del raggio nei due cannocchiali, i quali devono porsi a tale distanza fra loro, che i due oculari o, o' abbiano la distanza delle pupille. Questa disposizione è migliore dell'altra, ed un tale binoculo può essere con vantaggio applicato anche a macchine azimutali, le quali, secondo recenti ed autorevoli opinioni, sono da preferirsi agli altri strumenti astronomici.

L'uso di tali binoculi deve, in alcune elevate posizioni degli astri, riuscire alquanto incomodo e fastidioso; ma oltre essere compensati dal maggiore effetto ottico che si consegue, si può scemarne il difetto applicando opportuni congegni di sostegno e di armatura ai due cannocchiali, onde rotarli intorno all'uno od all'altro dei due assi ottici.

Perchè si ottenga nella visione binoculare un'impressione unica sul centro sensorio, devono le due immagini essere di egual dimensione; ma ciò deve intendersi delle immagini che si dipingono sulla retina dei due occhi, e quindi la differenza delle immagini, che probabilmente sarà prodotta dai due objettivi, sarà da correggersi col mezzo di quelle che inversamente avranno da produrre gli oculari. Comunque però l'assoluta identità non fosse raggiunta, vi supplisce la naturale tendenza all'unificazione, inerente al meccanismo degli occhi, per la quale accade che di due immagini componenti, pochissimo fra loro diverse, ricevute da ciascun occhio, il centro sensorio viene affetto da una risultante unica. Prova ne sia l'esperienza fatta recentemente dal signor Warren De la Rue nel suo nuovo osservatorio di Cranford presso Londra. Egli non solo ottenne una distinta immagine fotografica della luna; ma, approfittando con molto accorgimento

di due diverse fasi di librazione lunare, ritrasse due immagini, come se fossero prese contemporaneamente da due punti fra loro lontanissimi. Sottoposte alla visione stereoscopica, presentarono queste le reali elevazioni e depressioni del nostro satellite. Fra le epoche in cui la librazione si presenta diversa, ne scelse due, in cui la luna avesse la stessa fase d'illuminazione. Non essendo poi adempita l'altra condizione, che la luna nelle due epoche indicate fosse ad egual distanza dall'apparato fotografico, le due immagini ottenute non potevano avere dimensioni assolutamente eguali. Eppure, sotto la visione binocula dello stereoscopio si percepiva un'immagine sola, distinta, e dotata dei naturali rilievi.

Rispetto agli oculari da applicarsi al descritto binoculo celeste, il quale, per l'uso a cui vuolsi destinato, non richiede alcun micrometro stabile, potranno servire quelli di divergenza, come nei cannocchiali galileani. Quando però si vogliano direttamente osservare le immagini dipinte nei fochi degli objettivi, sarà utile valersi del sistema dei due oculari che il sig. Brewster applicò agli stereoscopj, ed ora generalmente in uso.

APPENDICE (*B*).

Elioscopj e Fotografia celeste.

Per osservare il sole si affumicava anticamente l'oculare stesso, ciò che, per certi riguardi, era meglio che osservarlo a traverso due vetri affumicati nelle loro superficie in contatto. A questi si sostituirono vetri colorati da collocarsi innanzi all'oculare, i quali sono ancora di uso continuo in astronomia. Si rimproverano però a siffatti elioscopj quattro inconvenienti: 1.° di non prestarsi alla diversa sensibiltà dell'organo visivo, col non potere a piacimento, come in quello di Ramsden, proporzionare l'oscurazione a seconda del bisogno; 2.° di rompersi sotto l'azione continuata dei raggi solari che, concentrati nel foco dell'objettivo, escono dall'oculare con intensità calorifica assai grande; 3.° di intercettare solo i raggi lucidi e non i calorifici, che più degli altri offendono le membrane e la retina dell'occhio; 4.° di rendere colorato il disco solare, che naturalmente è bianco. Al primo inconveniente fu proveduto coll'elioscopio di Ramsden; e presso il nostro Osservatorio si usa di mettere innanzi all'oculare un piccolo disco, avente nella sua circonferenza un numero di oscuratori di forza crescente, e munito di un congegno che con facilità presenta innanzi all'oculare quello dei vetri che più conviene all'osservatore. Sono diretti ad uno scopo simile gli elioscopj a polarizzazione, fra i quali è da annoverarsi quello del sig. Porro, modificato dal nostro collega padre Cavalleri, quello del sig. Pohl, ed altro da me applicato ad un cannocchiale della nostra Specola. In quello del Porro l'assorbimento dei raggi succede facendo prima riflettere il cono luminoso, inviato dall'objettivo, sopra una lamina di crown-glass inclinata all'asse ottico sotto l'angolo della polarizzazione completa; e col ricevere poi il fascio riflesso sopra una lamina simile, collocata fra l'occhio e l'oculare, parimente inclinata sotto l'angolo di polarizzazione al nuovo asse del fascio riflesso: questa può rotare intorno al detto asse, facendo variare l'angolo o l'azimut dei due piani di riflessione. Al crescere di que-

st'angolo da 0° a 90°, la luce va attenuandosi senza cambiar di bianchezza, e vicino ai 90° il disco compare bianco senza offendere la vista. Il padre Cavalleri lo fece costruire onde accertarsi del suo buon effetto, e propose anche qualche modificazione; ma la forma di un oculare angolare e complicato rende questo apparato alquanto incomodo, e servibile soltanto per indagini particolari sulla costituzione fisica della superficie solare. Il Porro però aveva nel suo elioscopio provveduto anche all'assorbimento dei raggi calorifici, come si dirà in appresso.

Quando vogliasi un apparato elioscopico, fondato sul principio della polarizzazione, come il precedente, assai più semplice è il sistema proposto già prima all'Accademia di Parigi dal sig. Pohl, da lui chiamato *oculare solare* (1). Questo si compone di due lamine sottili di tormalina, incollate sul vetro mediante balsamo del Canadà. Una di queste lamine è fissa, e polarizza la luce incidente; l'altra può rotare nel proprio piano, onde attenuare più o meno, facendo variare l'azimut da 0° a 90°, la luce polarizzata dalla prima trasmessa. Egli crede di poter ovviare con questo elioscopio ad alcune difficoltà che la luce polarizzata presenta. In qualunque caso però, non potrà ottenere il disco perfettamente bianco, essendo assai difficile procurarsi tormaline affatto incolore, se non in sottilissime lamine. È per ciò ch'io ho fatto costruire un oculare solare, non già a tormalina, ma col mezzo di due prismi di Nicol. Riuscendo ancor troppo viva la luce pel mio occhio, affetto da cronica irritazione, mi procurai un'ulteriore riduzione di intensità, osservando l'immagine dipinta sulla superficie appannata od annerita di una lamina di vetro collocata nel foco dell'objettivo. Per tema poi che il balsamo del Canadà, che costituisce in questi prismi la lamina di separazione, potesse, come è probabile, alterarsi sotto l'impressione dei concentrati raggi solari, mi sono proposto di sostituire a quelli di Nicol due prismi di Foucault a lamina d'aria, come si vede descritto nella nota (10) al § 10 della mia Memoria.

Il secondo inconveniente, quello di rompersi, non mi pare di tale importanza, da far abbandonare gli ordinarj elioscopj a vetri colorati. In tanti anni da che si osserva il sole alla nostra Specola, occorse ben rare volte lo sconcio che loro si rimprovera. Ciò non potrebbe aver luogo che in conseguenza di una lunga esposizione ai raggi concentrati del sole, e non nelle ordinarie osservazioni del suo passaggio al meridiano. In tutte le osservazioni di sole, e specialmente in quelle destinate ad indagini fisiche della sua superficie, le quali siano di lunga durata, si deve aver riguardo che gli anelli metallici, in cui questi vetri sono incassati, non siano troppo aderenti e stretti ai bordi dei medesimi, ma lascino uno spazio, onde impedire che le dilatazioni e i restringimenti che avvengono per una variazione di temperatura, possano produrre la rottura che alcuni osservatori notarono nei loro elioscopj.

Il terzo difetto, quello di dar passaggio ai raggi calorifici, è argomento di sommo rilievo per gli astronomi osservatori, in quanto che l'occhio può essere offeso più da

---

(1) Il sistema di tormaline, usato come elioscopio, fu, sino dal 1838, fatto eseguire a Parigi dal professore Ernesto Capocci per l'osservatorio di Napoli, come appare da una nota dei direttori della cessata *Biblioteca italiana*, apposta ad una lettera da Parigi dello stesso Capocci. (Tom. LXXXIX, p. 107.)

questi che dai raggi luminosi. Per convincersene basta avvicinare al vetro scuro, durante il passaggio del sole pel campo del cannocchiale, il rovescio della mano o la parte più sensibile del braccio, per provarne tosto una scottatura, che, comunque non immediatamente sentita nella visione, non può a meno di portare una lesione alla retina ed alle membrane, per la quale moltissimi soggiacquero a fatali conseguenze.

Fu appunto per ovviare a questo inconveniente, che il Porro costruì un apposito telescopio, da lui chiamato *Elioscopio solare*, e di cui si è parlato qui sopra. La sua apparenza esteriore è quella dei riflettori newtoniani. Il grande specchio, invece di essere in metallo, è di vetro trasparente, il quale si lascia attraversare dai raggi calorifici e luminosi, non riflettendone che la venticinquesima parte circa. Il piccolo specchietto metallico del telescopio newtoniano è qui pure surrogato da una lamina di crown-glass, inclinata sotto l'angolo di polarizzazione completa. Una seconda lamina simile e similmente inclinata è posta davanti all'oculare, precisamente ove sogliono collocarsi gli ordinarj elioscopj a vetro colorato, ossia fra l'oculare e l'occhio, e questa può prendere tutte le inclinazioni azimutali rispetto al piano di riflessione dell'altra lamina. Mediante queste tre riflessioni, l'immagine del sole deve presentarsi col suo naturale colore, e quel che è più, con intensità calorifica di molto attenuata.

Un altro espediente, diretto a questo scopo, può derivarsi dalle leggi della diatermansia stabilite dal Melloni. Secondo queste, una lamina di vetro non si lascia attraversare dai raggi calorifici emanati dalle nostre combustioni, mentre è affatto permeabile o diatermica per quelli che provengono dal sole, quand'anche queste lamine fossero nere. Ed il Melloni osservò il singolare fenomeno, che gli stessi raggi calorifici del sole, che, dopo avere riscaldato un corpo qualunque, emanano da questo, perdono la facoltà di attraversare una lamina di vetro, ossia si comportano come i raggi calorifici emanati da fonti terrestri, cambiando quasi di natura entro la sostanza da essi riscaldata.

Si costruisca quindi un elioscopio con due lamine, una di vetro colorato e l'altra di vetro diafano, o meglio di allume esilissima, lasciando fra loro un sottile strato di aria libera. Il riscaldamento del primo vetro semi-opaco, fortissimo in ragione del suo assorbimento, produce esternamente un'irradiazione calorifica; ma questa rimane totalmente intercettata dalla seconda lamina, e l'occhio ne viene così sufficientemente garantito.

Il quarto difetto, quello di rendere colorata l'immagine del sole, non sembra pur esso di quella importanza che alcuni vogliono attribuirgli. Se si trattasse di paragonare le diverse tinte che un astro può offrire sui diversi punti del proprio disco, come ha luogo su quello della luna e dei pianeti, l'alterare l'immagine col renderla colorata potrebbe realmente portar pregiudizio ai confronti da istituirsi. Ma le diverse porzioni del disco solare non differiscono fra loro che per la diversa degradazione di luce bianca, come vedesi nelle macchie e loro penombre, nelle *facole* e nelle *lucule* paragonate col fondo generale del disco, se si eccettui il color rossastro che il sig. consigliere Schwabe afferma aver veduto in alcune macchie particolari, di forma invariabile, e con penombra e nuclei slavati e mal circoscritti.

Tali degradazioni si manifesterebbero egualmente quand'anche il sole emettesse luce colorata invece di bianca. Gli ordinarj elioscopj producono, in sostanza, quello stesso ef-

fetto che produrrebbe su un disco solare, dotato di una qualsivoglia tinta, lo stesso elioscopio a polarizzazione, che, col proprio assorbimento, attennerebbe di intensità i suoi varj accidenti. Non è la colorazione che impedisca la visibilità dei diversi accidenti di degradazione che han luogo sulla superficie del sole: è piuttosto l'assorbimento di luce, comune a qualsivoglia specie di elioscopj, che può rendere invisibili alcune particolarità del disco, le quali senza la sua influenza, e, ciò che è più, senza il bagliore delle altre parti circostanti che obliterano sulla retina la sua già indebolita impressione, si renderebbero sensibili. In appoggio dell'enunciata opinione sulla colorazione, dirò che lo stesso Porro adduce come prova della perfezione del suo elioscopio ad imagine bianca, l'aver potuto con questo accertarsi dei filamenti spirali che solcavano la penombra, scoperti dal padre Secchi in una macchia solare dell'11 e 12 gennajo di quest'anno, e confermati da Chacornac all'Osservatorio imperiale di Parigi. Nella supposizione che l'astronomo di Roma abbia osservato il disco solare con un ordinario elioscopio a vetro colorato, è fuor di dubbio che a verificare con altro mezzo un fenomeno che, senza esserne prevenuto, per la sua tenuità sarebbe sfuggito all'attenzione dell'osservatore, può bastare un apparato ottico di minor perfezione di quello che è necessario al primo scopritore. La concentrata attenzione sul fenomeno, e la certezza della sua realtà dissipano quelle perplessità sui fenomeni che, a prima giunta, potrebbero credersi ottiche illusioni. Questo raziocinio perderebbe però ogni valore, qualora il citato astronomo avesse esplorata la macchia per projezione, od altrimenti, si fosse posto nelle più favorevoli condizioni summentovate per contemplare il fenomeno: se cioè avesse egli osservata la macchia intercettando, mediante apposito diaframma con oculari alla *Dawes*, tutta la luce abbagliante proveniente dalle circostanti parti del disco, isolando la sola sua immagine; o se, sopprimendo ogni assorbimento, l'avesse osservata direttamente col nudo oculare, senza alcun elioscopio di sorta. Tale artifizio, che fu da molti usato, richiede che il cannocchiale sia dotato di esatto moto parallatico, onde ritenere fissa nel campo di visione l'immagine che vuolsi analizzare. Con questo mezzo potè un astronomo asserire, che le macchie solari che appajono oscure sul disco, vedute isolate in un campo oscuro, presenterebbero uno splendore non inferiore a quello di Venere. Del resto, indipendentemente dal metodo della polarizzazione, impiegato come opportuno mezzo a conservare all'immagine del sole la sua naturale bianchezza, fu trovato un altro più semplice espediente, atto a raggiungere lo stesso scopo. Consiste questo nel costruire un elioscopio colla sovrapposizione di due o più vetri colorati, ma di tale opportuna specie di tinta, che dal loro congiungimento emerga l'immagine acromatizzata. Tale accoppiamento, che so essere stato ottenuto fortuitamente dall'esimio fisico cavaliere Amici, esige molti e penosi tentativi, da praticarsi sopra gran numero di lamine diversamente colorate, ed il felice esito è da attribuirsi più ad una fortuita combinazione, che ad una preconcetta teoria ottica. Assistito dal nostro macchinista Grindel, a questo fine ho dirette le mie indagini, profittando della cortese esibizione del nostro concittadino cav. Bagatti Valsecchi, distinto pittore in ismalto, di adoperare all'uopo i vetri colorati da lui già predisposti pe' suoi lavori.

È forse di questa specie l'elioscopio di cui, senza descriverlo, parla il Maggiore Andrea Lang in una lettera da Santa Croce, del 17 marzo scorso, inserita nel numero

1150 delle *Astronomische Nachrichten*. — « Io osservato (dice egli) l'eclisse solare del 15 marzo con un telescopio acromatico di 16 pollici, proveduto di un eccellente oculare elioscopico, del potere amplificante di circa 40 volte, nel quale l'immagine del sole mi appariva come un pezzo di carta bianca, ed in pari tempo facile ad osservarsi ». Giammai mi accadde di vedere elioscopj di tal specie.

È noto che alcune lamine di vetro, di un'unica materia omogenea, vennero a questo scopo fabbricate in Francia, e messe in circolazione ad uso degli astronomi. Da una di queste, posseduta dalla nostra Specola, si cavarono elioscopj che non raggiungono il desiderato acromatismo, giacchè vi si scorge predominante il color violaceo. Eppure di tali vetri, ad immagine discretamente bianca, deve certo esserne stati costrutti, dacchè il mentovato Schwabe potè, con tre diversi cannocchiali di varia apertura ed ingrandimento, accorgersi del colore rossastro di una di quelle macchie di forma invariabile, che faceva parte del grande gruppo apparso sul disco solare dal 14 al 16 dello scorso marzo, ed indicata colla lettera α nel suo disegno, annesso al num. 1150 del citato giornale.

Se per elioscopio si deve intendere qualunque congegno idoneo all'osservazione del sole, senza alterare il suo color naturale, e senza che venga offeso l'organo visivo, il migliore fra i già descritti è certamente quello che può dirsi a *projezione*, in cui l'immagine ingrandita del sole può contemplarsi ad occhio nudo, e da più osservatori, sovra un bianco e liscio telajo, ove si dipinge. La projezione si può ottenere in due modi: 1.° quando si obblighi la corrente luminosa emersa dall'objettivo, a passare per un piccolissimo foro circolare, praticato in una sottile lamina metallica posta a conveniente distanza dall'objettivo stesso, come si usa nelle ordinarie camere oscure; 2.° nel ricevere la detta corrente con un oculare acromatico collocato dopo il foco dell'objettivo, in tal posizione, rispetto alla distanza del quadro o diaframma a vernice bianca, da projettarvi un'immagine ben terminata e distinta. Tanto nell'uno che nell'altro modo si deve aver cura che l'immagine projettata, e l'occhio stesso dell'osservatore, siano protetti dall'influenza di qualsivoglia luce estranea.

Del primo modo si è servito il professore Masson nell'eclisse solare del 15 marzo. L'immagine del sole, riflessa dallo specchio di un'eliostata e ricevuta in un cannocchiale, si projettava sopra un telajo bianco, opportunamente disposto. Si valse egli, come già molto prima fece il Secchi, di una pila termo-elettrica posta or nella porzione oscurata, or nel crescente luminoso. La temperatura della prima si mantenne costantemente eguale a quella della camera, mentre il calore della fase luminosa era accusato dal moto dell'ago. Quantunque con questo modo di projezione a semplice foro non si abbia un'immagine così distinta come colla lente, pure ciò era sufficiente allo scopo cui l'esperienza era diretta: e può questo mezzo impiegarsi utilmente a verificare con ripetute osservazioni se l'attività del sole, che trovossi nell'epoca attuale in una fase di assoluto incremento di macchie, come il signor Carrington astronomo a Redhill è di opinione, sia in qualche rapporto col suo potere riscaldante, come alcuni fisici di Germania pretesero. Col secondo modo, atto a fornire immagini più distinte, si ottiene una projezione analoga a quella prodotta dal microscopio solare. Di questo mezzo molti si giovarono, e specialmente l'astronomo di Roma, nei giorni 14, 15 e 16 dello scorso marzo, per disegnare con sorprendente precisione il gruppo di macchie solari, coi loro filamenti solcanti la circostante

penombra, come appare dalle tre figure annesse al num. 1143 dell'*Astronomische Nachrichten*. È singolare però come egli non faccia menzione del color rossastro veduto dallo Schwabe nella macchia α il giorno 16. Se taluno dubitasse che l'immagine projettata non sia così distinta, da imitare in ogni particolarità l'immagine diretta, potrà persuadersi senz'altro, dando un'occhiata a questi disegni dell'astronomo romano.

Già da lungo tempo persuaso dell'esattezza di questo processo, ho fatto applicare alla nostra macchina parallatica di Sisson, il moto diurno operato dal semplice artifizio di una vite perpetua che ingrana in un arco applicato con viti di pressione al bordo del cerchio equatoriale, e che può togliersi a piacimento. Il moto è reso uniforme e continuo non già coll'ordinario volante, ma con idoneo roteggio d'orologeria, regolato da un pendolo ad oscillazioni coniche. Con questo mezzo vien tolto al cannocchiale parallatico quell'andamento saltuario che ad ogni battuta dell'áncora vi generano i pendoli ad oscillazioni piane. Si instituirà in seguito il confronto fra questo moto parallatico e quello nato dall'applicazione del regolatore americano detto *Spring governor*, usato dal sig. G. P. Bond all'osservatorio di Cambridge negli Stati Uniti. Il telajo di projezione è stabilito sulla base di una piramide quadrangolare, applicata al cannocchiale dalla parte dell'oculare, e mobile col cannocchiale stesso.

La nostra parallatica, proveduta recentemente di un ottimo objettivo di Plösl di quattro pollici, fu così preparata non al solo intendimento di valersene come elioscopio per tracciare disegni del disco solare, ma ad altro scopo che di recente interessa in ispecial modo la scienza degli astri, quello di ritrarre fotograficamente lo stato del cielo. I giornali scientifici già da due anni ci fanno avvertiti dei mirabili progressi che va facendo la fotografia applicata a diversi rami delle scienze. Per la partita astronomica, sulla quale più che in altra diverrà grandissima la sua influenza, citerò solo i recenti risultati di immagini della luna e di Giove, ottenute sulle ordinarie lamine collodionate dal sopracitato sig. Warren de la Rue, e come queste medesime abbiano servito al sig. Greve, nell'ultima adunanza dell'Istituzione britannica, a produrre, mediante un microscopio a projezione con luce elettrica, gigantesche immagini di questi luminari, con indicibile sorpresa degli astanti. L'immagine della luna, del diametro di sei piedi, mostrava distintamente il cono di Ticone, il doppio cono di Copernico, i bordi ben decisi dell'Aristarco, le linee più chiare che solcano le vette delle catene dei monti, e tutti i più minuti accidenti della superficie del nostro satellite. Nell'immagine projettata di Giove apparivano distintamente le sue fascie, ed i satelliti in allora visibili. Il Warren si ripromette da questi mezzi una completa silenografia.

Ma crescerà la meraviglia quando si rifletta, che non solo astri dotati di gran luce come i precedenti, ma perfino le minute stelle, invisibili ad occhio nudo, lasciano, come il suggello sulla cera, la loro impronta sopra quel misterioso strato di joduro d'argento. Con questo, disposto nel foco dell'objettivo, potè l'americano Bond ritrarre molte immagini di Mizar e di Alcor, ossia la ζ e la g dell'Orsa Maggiore, in soli due o tre secondi: in dieci secondi appena, avere la distinta impronta del satellite di Mizar, da questa distante circa 14″ in arco, ed in un imperceptibile istante le stelle di prima grandezza. Quest'ultima conseguenza fu dedotta dal Bond osservando che, tenuto immobile il cannocchiale, l'α della Lira, che è di prima grandezza, tracciò nel suo passaggio a traverso

il campo del cannocchiale una linea continua, nettamente distinta. Per ottenere poi l'impronta del suo satellite, che è di settima grandezza circa, fu duopo, col moto del cannocchiale, mantenere per alcuni secondi la sua immagine sopra uno stesso punto determinato della lamina fotografica. Questi risultati, conseguiti l'anno scorso, trovansi esposti con preziose riflessioni in due interessanti articoli inseriti nei numeri 1105 e 1129 del più volte citato giornale astronomico. La distinzione dell'impronta lasciata in piccoli dischi era tale che, sottoposte le immagini di Mizar e del suo satellite ad un microscopio, potè il Bond determinare la distanza dei loro centri colla stessa precisione onde fu ottenuta direttamente dall'astronomo Struve colle misure micrometriche eseguite al suo gran rifrattore. La differenza dei due risultati fu invero di circa $\frac{1}{10}$ di secondo, e si potrebbe naturalmente credere che la seconda determinazione dovesse essere più esatta della prima, se non si avessero argomenti per una decisione piuttosto in favore del risultato fotografico.

Lasciando da parte il convincente argomento della prodigiosa concordanza nei risultati ottenuti da Bond su diverse immagini e da varie combinazioni di prove fotografiche, è fondata opinione dei più versati, che l'impronta sul collodio, opportunamente rischiarata ed ingrandita coi mezzi ottici, possa divenire più visibile e distinta dell'immagine stessa osservata col cannocchiale, anzi di quella stessa immagine che fu la generatrice o il punzone dell'impronta fotografica. Questa opinione viene tacciata di paradosso da quei molti che, sorridendo, domandano come mai un effetto possa risultar superiore alla causa che lo ha prodotto? Eppure l'immagine fotografica dello scorso eclisse solare, eseguita dai signori Faye e Quinet mediante il gran rifrattore del Porro, riuscì più distinta dell'immagine veduta direttamente col cannocchiale stesso, giacchè le misure micrometriche fatte con questo, non risultarono di tanta esattezza, quanto quelle col microscopio applicato all'effigie della lamina collodionata.

Nella stessa epoca il sig. De la Haye prese alcune fotografie del sole parzialmente eclissato, e rimase sorpreso in vedere sulla lamina un secondo sole smorto e sbiadito, una specie di parelio, che a prima giunta poteva credersi un difetto di esecuzione. Il fenomeno è reale, ed è confermato dal sig. Williams, che pure lo vide, e lo chiamò *Mock-sun*. Questo accidente, che dall'osservazione diretta non fu avvertito, venne ben manifestato dalla prodigiosa sensibilità del collodio; mentre sarebbe rimasto nell'oblio, se la fotografia non ce lo avesse chiaramente rivelato. La causa di questa falsa immagine viene attribuita ad una doppia riflessione, che si opera nell'interno dei cristalli del vetro, e che, riflessa dall'atmosfera o dalle nubi, rientra per l'objettivo, e si dipinge appena sensibile nel foco.

L'incredulità di molti, riguardo alla probabile superiorità della visione fotografica sulla telescopica, sarà tosto vinta dal riflettere, che non i raggi lucidi sono quelli che operano modificazioni molecolari sul joduro, tali da produrre un'immagine; sibbene i raggi ultravioletti, affatto invisibili all'occhio, ma dotati di azione chimica su quella sostanza. Una prova ne è, senza citarne altre, la differenza di posizione tra il foco dei raggi chimici o fotografici ed il foco ottico, circostanza questa di tanta influenza nella pratica, che il sig. Claudet trovò necessario costruire un apposito apparecchio, che dicesi *focimetro*. Se negli spazj celesti si trovassero stelle oscure o corpi emananti soltanto raggi chimici, ciò che in natura è assai probabile, nessun cannocchiale sarebbe atto a renderli ap-

parenti al nostro occhio, e solo dall'immagine fotografica avremmo la convinzione della loro esistenza. Inversamente, sarebbe impossibile avere immagini fotografiche di corpi non emananti raggi chimici; ed una prova se ne ha già negli ordinarj processi di fotografia. È noto, per esempio, che alcune superficie tinte in verde, e più ancora in giallo, danno impronte meno sensibili di altre, siccome scarse di raggi fotogenici.

La luce solare che attraversa l'atmosfera perde, a seconda dell'elevazione del sole sull'orizzonte e secondo particolari modificazioni dell'aria stessa, maggiore o minore quantità di tali raggi, ed è perciò che non tutte le ore del giorno sono egualmente propizie ai fotografi, nè in tutti gli stati dell'aria si ottengono eguali risultati. È un fatto notorio, che la luce, attraversando i vetri d'uranio ed il solfato di chinina, sostanze eminentemente fluorescenti, perde quasi affatto la sua attività fotografica. Forse ciò deriva dalla stessa loro facoltà di render lucidi i raggi invisibili che le attraversano, sia col far variare il numero delle vibrazioni competenti ai raggi invisibili, sia col produrre tali vibrazioni nelle molecole ponderabili, che, agendo alla lor volta sull'etere che le circonda, vi inducano nuove vibrazioni, analoghe alle luminose. Comunque ciò sia, è un fatto che raggi invisibili penetrano quelle sostanze, e ne escono manifestamente visibili. Provato pertanto che l'immagine che noi vediamo nel foco del cannocchiale non è la causa dell'impronta lasciata sulla lamina sensibile, non regge più l'objezione, che l'effetto sia superiore alla causa. E rispetto alla sensibilità dello strato di joduro ed a quella della retina umana, l'uno sensibile ai raggi invisibili e l'altra ai visibili, chi può ora trovar strano che la prima sia superiore alla seconda sensibilità? Anzi possono trovarsi sostanze, già da alcuni preconizzate, e si può dire attuate dal signor Skaife col suo metodo di fotografia istantanea, ancor più sensibili delle già note, e tali da rendere più pronunziata e distinta l'azione di questi raggi sulle proprie molecole. Per l'azione di siffatti agenti rivelatori più potenti, l'immagine microscopica sviluppata su d'essi, ingrandita col microscopio a projezione e rischiarata dalla luce più viva, renderà manifesto ciò che invisibile rimarrebbe nell'immagine ottica direttamente osservata. È questa previsione che fece dire al sig. Grove, nella citata adunanza, che l'inanimato occhio fotografico diverrà in avvenire più sensibile dell'occhio vivente.

Ma non è la sola squisita sensibilità di una sostanza chimica che potrà avverare i presagi del Grove; vi concorre un altro elemento, inefficace sulla retina, ma di somma attività sulle lamine sensibili: è questo il tempo. — Mi spiego. La degradazione di luce, esistente pure in alcuni punti dell'immagine focale, può essere tale da non produrre alcun effetto percettibile sulla retina. La continuazione di tale fiacca impressione non è di alcun giovamento a renderecla sensibile, anzi è piuttosto di pregiudizio; laddove l'opportuna durata dell'esposizione della lamina fotogenica all'azione chimica dei raggi è una delle più importanti condizioni del buon esito della prova fotografica. La continuata azione chimica va col tempo accumulando e condensando il suo effetto, in modo da rendere, colla opportuna durata, distinta e pronunziata quella modificazione molecolare che da principio sarebbe stata impercettibile. È questo un punto caratteristico, che distingue la immagine fotografica dalla visione ottica. L'organismo nerveo della retina ha inoltre questo di sfavorevole, che la luce prevalente delle parti circostanti ad un punto che vuolsi discernere, oblitera siffattamente quella del punto in questione, che più non si distingue, quan-

d'anche isolato sarebbe stato percettibile. Sulla lamina impressionabile, niente di simile perturba l'azione dei raggi chimici per una competente durata di esposizione. Essi agiscono isolatamente, e per sè stessi, sopra le parti ove il loro magico scalpello si dirige.

Cardinalissima, rispetto all'elemento del tempo, è la recente scoperta di Niepce di S. Victor, della quale però non si è ancor fatta un'applicazione sufficiente a realizzare completamente le previsioni del Grove. Consiste questa nell'aver trovato due sostanze, l'acido tartarico e l'azotato d'uranio, che godono di proprietà assorbenti loro particolari, o non comuni ad altre in sì alto grado. Se una carta si imbeve d'azotato d'uranio, e si espone per un certo tempo alla luce diffusa, essa assorbe lentamente e per gradi insensibili i raggi actinici della luce, e li ritiene in sè stessa, e se li appropria, immagazzinandoli (come dice Niepce) ne' suoi meati. Ma ciò che è più strano, portato questo fotoforo nell' oscurità, e tenutovi anche per lunghissimo tempo, non lascia irradiare fuori di sè la luce assorbita. Tanto è vero, che, anche dopo molti mesi, messo in contatto, pur sempre nell'oscurità, con lamine o carte sensibili, agisce su di esse come farebbe la stessa luce del giorno. È facile a comprendere come con questa carta imbevuta e coperta da un disegno, per esempio, da una incisione, ed esposta all'insolazione, si possa con essa, dopo lunghissimo tempo, riprodurre il disegno su una carta sensibile, colla quale sia messa in contatto nell'oscurità. Questo fenomeno sembra avere qualche cosa in sè di misterioso, ma trova una naturale spiegazione nel nuovo e luminoso principio della conservazione delle forze fisiche, o meglio, della indistruttibilità di una forza viva qualunque. Infatti, la luce, o la sua azione che irradia in pieno giorno, considerata come una forza, viene trasmessa, sia all'etere sia alle molecole ponderabili di queste sostanze, sino alla completa loro saturazione. Questa azione, comunicata alla sostanza, non può nè deve distruggersi, anzi è d' uopo si mantenga inalterata nell'oscurità, insino a tanto che non si trovi nell'opportunità di versare tutta la forza viva acquistata, in una sostanza atta a riceverla, ossia nell' opportunità di spogliarsi, per così dire, della forza viva acquistata nell'insolazione. Ora questo si ottiene col metterla in contatto con altra carta sensibile fotografica, che riceve appunto ciò di cui l'altra si spoglia. Vedesi qui un'altra applicazione del gran principio della correlazione delle forze fisiche, e dall' enunciata proprietà si può intravedere quale utile partito potrà derivarsi per la fotografia stellare, che non giunse finora che ad avere l'impronta di stelle di settima grandezza. I sottili filamenti luminosi, appena percettibili coi grandi apparati ottici, mediante la loro azione accumulata e col relativo immagazzinamento, potranno forse generare impressioni più pronunziate e sensibili su questa sostanza che sulle ordinarie lamine collodionate. E quale risultato ancor più sorprendente fornirebbe quest' arte progressiva, se qualche emulo di Stokes riuscisse a trovare una sostanza dotata di proprietà antagonista a quella del solfato di chinina: tale cioè, che, mentre questo converte i raggi chimici ed invisibili in raggi lucidi, fosse quella atta a tramutare inversamente i secondi nei primi!

Indipendentemente da tali sperati avanzamenti, già nello stato attuale è salita quest'arte a siffatta altezza, che abili fotografi, ad imitazione di altri che già viaggiano in cerca di reliquie archeologiche e paleografiche per ritrarne le copie, potranno pur essi trasferirsi, proveduti dei più potenti apparati ottici, nelle località più favorite dalla natura per clima, per costituzione atmosferica e per serenità di cielo, onde ritrarvi in brevissimo tempo quante

si vogliono immagini, non solo dei primi luminari, ma ben anche delle stelle multiple e delle variabili, dei gruppi stellari e dei clusters di Herschel; ed in progresso forse anche delle comete coi loro inviluppi, delle stelle planetarie, delle nebulose e della galassia stessa. Distribuite in copia queste prove negative su vetro ai diversi osservatorj, potranno gli astronomi, nel loro tranquillo gabinetto, dirigere su queste fedeli immagini della natura le più minute indagini, le più accurate misure microscopiche, ed eliminarne con varie ripetizioni e confronti gli errori, onde ottenerne risultati precisi, forse meglio che da incomode o precipitate osservazioni, eseguite con mal fermi strumenti, esposti, nelle loro mal riparate torri, a tutte le intemperie di un aperto cielo, e costretti ad emettere deduzioni affette non solo dell' error personale, ma da tutti quegli altri che inevitabilmente accompagnano esplorazioni di tale specie.

Da questa digressione sulla fotografia celeste potrà ognun di voi prevedere quali nuovi provedimenti l' astronomia fisica reclamerà fra breve, sia nel personale, sia nel servizio e negli arredi degli attuali tempj di Urania.

BRITISH MUSEUM

Fig. 1

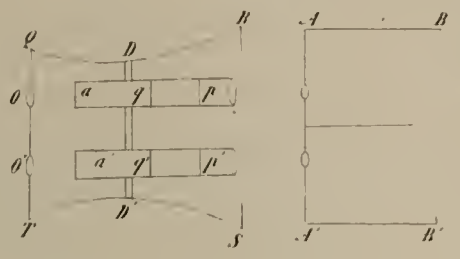


Fig. 2.

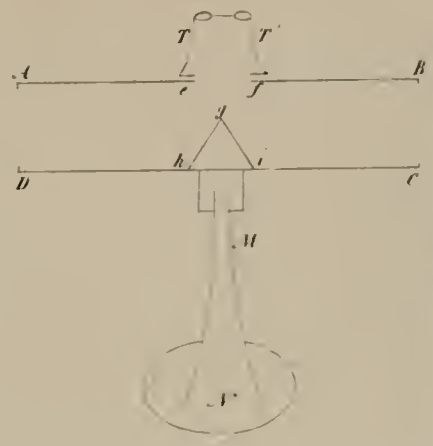


Fig. 3

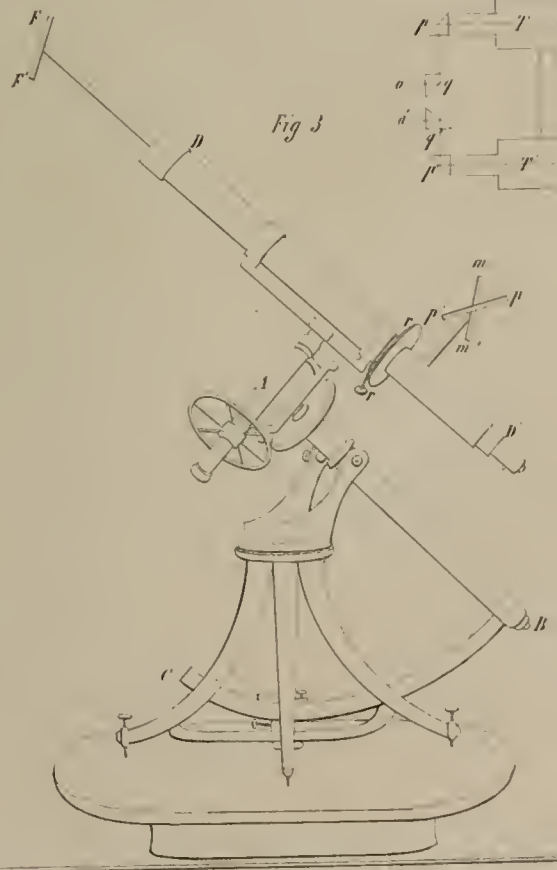
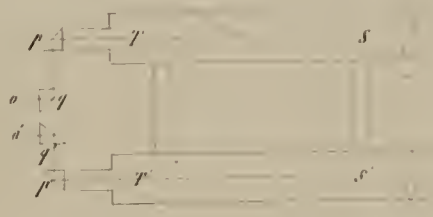


Fig. 4.



OPERE PUBBLICATE
DALL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VENDIBILI IN MILANO PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA DE' CLASSICI ITALIANI

(*Contr. di S. Margherita*)

I prezzi sono in valuta nuova austriaca e in monete sonanti.

Memorie dell' Istituto Nazionale Italiano. — Bologna, 1806-13, vol. 6 in-4.° con tavole in rame. Fior. n. 21.

Memorie dell' I. R. Istituto del Regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1819-38, vol. 8 in-4.° con tavole in rame. Fior. n. 17. 80.

Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1843, 1846, 1854 e 1856. Vol. 1.°, 2.°, 4.°, 5.° e 6.°, con tavole in rame e litografate. Fior. n. 26. 25.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1841-47. Vol. 1-8 in-8.° Fior. n. 10. 80.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo e Biblioteca Italiana. Milano, 1852-57. Tomi 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.° 8.° e 9.°, in-4.° Fior. n. 33. 80.

Collezione degli Atti delle solenni distribuzioni de' premj d' industria fatte in Milano ed in Venezia dall' anno 1806 al 1857. — Milano-Venezia, 1824-57. Tomo I all' VIII, in-8.° Fior. n. 11. 20.

BREISLAK Scipione. Descrizione geologica della provincia di Milano. — Milano, 1822, in-8.° con carta topografica. Fior. n. 1. 75.

ROSINA Gaetano. Memoria sulle stoviglie fabbricate con terre del regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1822, in-8.° Soldi n. 35.

PIOLA Gabrio. Sull' applicazione dei principj della Meccanica analitica del Lagrange ai principali problemi. — Memoria premiata. — Milano, 1825, in-4.° Soldi n. 88.

— Elogio di Bonaventura Cavalieri, recitato in occasione del VI Congresso scientifico italiano. Con note, postille matematiche, ec. — Milano, 1844, un volume in-4.°, con tavole in rame e litografiche. Soldi n. 70.

VISMARA Giuseppe. Della cementazione e della fusione dell' acciajo. — Milano 1825, in-8.°, con una tavola in rame. Soldi n. 35.

SORMANI Napoleone Massimiliano. Monografia sulle morti repentine. Memoria premiata. — Milano, 1834, in-8.° Fior. n. 1. 05.

FERRARIO Giuseppe. Statistica delle morti improvise, e particolarmente delle morti per apoplessia nella città e nel circondario esterno di Milano dall'anno 1750 al 1834. — Milano, 1834. in-8.° Fior. n. 1. 40.

STRADIVARI Cesare. Sulla educazione dei bachi da seta e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata. — Milano, 1841, in-8.° Soldi n. 70.

MERLINI Giovanni. Sulla costruzione dei tetti degli edificj, tanto di genere umile quanto di genere grandioso, inteso l'argomento nel senso scientifico e tecnologico. — Milano, 1842. in-8.° con 4 tavole in rame. Soldi n. 70.

RESTELLI Francesco. Dell' influenza delle associazioni industriali e commerciali sulla prosperità pubblica, e dei più congrui mezzi per tutelarle. Memoria premiata. — Milano. 1845. in-8.° Soldi n. 70.

MEGUSCHER Francesco. Memoria premiata in risposta al quesito: Additare la migliore e più facile maniera per rimettere i boschi nelle montagne diboschite dell'alta Lombardia, e per conservarli e profittarne. — Milano, 1847, in 8.°, di pag. 414. Fior. 1. 05.

NAVA e SELMI. Sul caglio vitellino. Memorie premiate pel concorso Cagnola del 1857. — Milano, in-8.° Soldi n. 70.

Rapporti sulla malattia dell' uva negli anni 1852-56. Fascicoli 5 a Soldi n. 18 cadauno.

Rapporto sull' annata bacologica 1856. Soldi n. 18.

Riassunto dei lavori della Commissione sulla malattia dell'uva. — Milano, 1858. Soldi n. 10.

CONTIENE:

Frisiani. — Nuovi apparati fotometrici . . . . . Pag. 389

— — Appendice (A). Sulla visione binoculare . . . . » 409

— — — (B). Elioscopj e Fotografia celeste . . » 411

Pubblicato l'11 novembre 1858.

MEMORIE

DELL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOL. VII. — FASC. VIII ED ULTIMO.

MILANO
DALLA TIPOGRAFIA BERNARDONI
1859

PATTI D'ASSOCIAZIONE

Gli *Atti dell'I. R. Istituto Lombardo* si pubblicano in fascicoli di circa 3 fogli, a 10 fascicoli l'anno. Formeranno ogni due anni un volume, al fine del quale si darà l'indice, che serva anche per la distribuzione delle varie materie.

L'associazione per 20 fascicoli costa fior. n. 7, da pagarsi anticipati.

Contemporaneamente si pubblicano le MEMORIE, a fascicoli di numero maggiore o minore di fogli, in modo che, possibilmente, escano intere.

Anche per queste, l'associazione per ciascun volume, di circa fogli 60, costa fior. n. 7, da pagarsi anticipati.

Si può associarsi anche ad una sola serie.

Le spese di porto sono a carico degli associati.

Occorrendo tavole, saranno date gratuitamente.

Le associazioni in Milano si ricevono presso la Società tipografica dei Classici Italiani (contr. di Santa Margherita): e fuori, dagli Uffizj postali.

ANALISI CHIMICA

DELL' ACQUA SALINO-JODURATA DI SALES NEL PIEMONTE,

ESEGUITA

DAL P. OTTAVIO FERRARIO

Letta nell'adunanza del giorno 6 maggio 1858.

Benchè l'acqua minerale di Sales sia stata studiata da distinti chimici, dal De Kramer, dall' Angelini, dal professor Abbene di Torino, tuttavia merita nuove indagini, perchè finora si ha solo notizia dei risultati ottenuti dall'analisi, poco concordi tra loro, senza indicazione dei metodi seguiti.

L' Angelini, pel primo, avvertì nell'acqua di Sales la presenza del jodio, e notò l'incostanza della composizione chimica di essa per riguardo i componenti. In una delle analisi da lui istituite, ottenne, da 32 libbre mediche d'acqua di Sales (1),

acido carbonico	pollici cubi	15	
cloruro sodico	once	24, den.	12 gr. $^1/_2$
idroclorato di magnesia	»	3, »	— » —
» di calce	»	2, »	10 » 16
» d'ammoniaca	»	—, »	18 » 12
idriodato d'ammoniaca	»	—, »	1 » 18

Il De Kramer ammette nell' acqua di Sales l'ammoniaca, rinvenuta dall'Angelini e negata dal professor Abbene. Egli, dall'evaporazione di 100 grani d'acqua di Sales, ebbe a residuo una materia salina, composta di cloruri, bromuri, joduri a base di sodio, di magnesio, di calcio; cloridrato d'ammoniaca, sostanze organiche, tracce di solfato e di potassa; e il suo peso complessivo era grani 6,750. Egli credeva che, nelle circostanze normali, quest' acqua contenesse tracce di carbonato ferroso, tenuto in dissoluzione dall'acido carbonico libero. La quantità del prodotto salino ottenuto dal De Kramer concorda con quella da noi ottenuta dall' evaporazione di 10,000 grani, che diedero grani 705.

In quanto all'jodio, precipuo mineralizzatore dell'acqua di Sales, il De Kramer, secondo il dottor Tosi, sarebbesi occupato di determinarne le proporzioni (2), e ne avrebbe trovato grammi 0,0145 in ogni litro d'acqua di Sales; quantità però alquanto inferiore

(1) Vedi il *Giornale di fisica, chimica, storia naturale*, decade II, tomo VII, pag. 397. Pavia.

(2) *Appendice della Guida alle principali acque minerali*, del dott. Gio. Capsoni, pag. 65. Milano, 1854.

alla reale, perchè l'jodio fu precipitato dalle acque madri, dopo ch'erasi separato tutto il sal marino, che ne doveva ritenere qualche traccia.

Accennammo che, da non molto, il professor Abbene si occupò della analisi dell'acqua in discorso. Egli ne fu incaricato dalla regia Accademia di Torino, e nell'adunanza dell'11 agosto 1851 le comunicò il risultato che riportiamo (1):

Gas acido carbonico, *sole tracce*		— —
Cloruro di sodio		004,250
» di calcio		000,650
Bromuro di calcio		000,050
Joduro di magnesio		000,200
Ossido di ferro		
Materia organica		
Silice, *tracce*		000,100
Albumina *idem*		
Acqua e perdite		094,750
		100,000

Le presenti indagini sull'acqua di Sales non si riferiscono che alla parte analitica chimica, sicchè, lasciando ai medici lo studio delle proprietà medicinali, si darà solo qualche cenno geologico del terreno da cui sorge la fonte, e delle sue proprietà fisiche; nozioni che costituiscono una delle parti essenziali dell'analisi delle acque minerali.

PARTE PRIMA

ANALISI QUALITATIVA

§ 1.° *Topografia della fonte di Sales* (2).

La fonte di Sales è posta nella campagna vicina al casale che da essa ha nome, frazione di Riva-Mazzano, ai piedi de' colli preappennini; il terreno è l'indicato dal Brocchi col nome di subappennino, di formazione pliocenica antica; componesi di sabbia gialla silicea, talora sovrapposta a grossi banchi d'argilla cinerea, assai notevole pei naturalisti, in causa de' fossili organici che in copia contiene.

In quanto al fenomeno e alla natura delle fonti che da questo terreno scaturiscono, nota giudiziosamente il dottor Tosi, « che l'acqua solfo-jodica (solfo?) di Sales, ed altre minori polle salate e jodurate, fanno argomentare con certezza i sottoposti depositi di sale; ma un sale più ricco in joduri, che non sia quello abbandonato per l'evaporazione delle acque dei mari attuali: il che forse è da ripetersi dalla grande copia di ve-

(1) Il professore torinese avrebbe ben meritato della scienza se avesse reso di pubblica ragione i metodi da lui seguiti nell'isolare il cloruro sodico, il bromuro calcico e l'joduro magnesico.

(2) Prendemmo questi brevi cenni dall'opera precitata del dottor Capsoni.

getabili marini sepolti nel seno di questi colli, che la chimica moderna dimostra essere destinati a condensare una gran copia di jodio dentro i proprj vasi ».

§ 2.° *Proprietà fisiche.*

L'acqua di Sales va soggetta a notevoli mutamenti, si nelle proprietà fisiche, che nella proporzione de' principj mineralizzatori. Esaminata alla fonte, presenta un colore giallo-verdognolo nel verno, giallo-rosso nei primi tempi del caldo estivo. Nel gennajo, quando la temperatura atmosferica segnava lo zero, quella dell'acqua marcava + 0°,8 di Réaumur. Il peso specifico di essa starebbe a quello dell'acqua distillata, come 105 ½ a 100. Al pesasali di Beaumé indica gradi 4 ½, alla temperatura di 0 + 20°. Il sapore è fortemente salato; manda alla fonte odore di jodio, che, appena sensibile nell'autunno e nell'inverno, nella primavera e nell'estate cresce a segno, da sentirsi a molti metri di distanza, e da riuscire intollerabile all'apertura del pozzo. Questa fonte notasi essere più abbondante in tempo di pioggia (1).

Esaminata a Milano, nel mese di giugno del 1857, quest'acqua era limpida, di colore giallo-verdognolo; posta a contatto dell'aria e della luce si mantenne inalterata, formandovisi però un deposito fioccoso, d'un giallo-rosso d'ocra; l'odore era analogo a quello emanato dalle materie marine, ossia a quello dei fuchi e delle spugne ammassate. Il sapor forte salato, non ingrato, la distingue dall'acqua marina. La densità, riportata alla temperatura di 0 + 4, 5°, sotto l'ordinaria pressione atmosferica (punto massimo della densità dell'acqua), si trovò di 1075, vale a dire 75 millesimi maggiore di quella dell'acqua distillata.

§ 3.° *Proprietà chimiche.*

1.° La carta azzurra della laccamuffa, immersa nell'acqua di Sales, uscì leggermente mutata in rosso, ma asciugando ritornò al primitivo azzurro.

2.° Mescolata con egual volume d'acqua di calce recente, riuscì appannata, e quantunque privata dal contatto dell'aria, depose un velo di materia bianca, che l'acido acetico fece scomparire con effervescenza.

Queste due reazioni avvertono la presenza dell'acido carbonico.

3.° L'acqua di Sales, digerita sul sotto azotato bismutico, fece perdere a questo sale il suo bel bianco, imbrunendolo sensibilmente; ciò indica che nell'acqua esistono tracce d'acido solfidrico.

4.° La soluzione del solfato di rame, satura di gas solforoso, dopo qualche tempo determinò sensibile precipitato bianco-giallognolo di joduro di rame.

5.° La soluzione dell'azotato argentico produsse copiosissimo precipitato bianco, simile al latte rappreso, che, trattato coll'ammoniaca liquida, si disciolse in gran parte; e la piccola porzione che rimase indisciolta, sotto forma di polvere bianco-giallognola, esposta alla luce solare imbruni con difficoltà; ciò la caratterizza per joduro argentico.

---

(1) Capsoni, opera citata, pag. 64.

6.° La dissoluzione dell'ossalato ammonico basico determinò sensibile precipitato bianco, che riconoscemmo per ossalato calcico.

7.° In egual modo operò quella del fosfato ammonico basico, deponendo del fosfato ammonico-magnesiano.

8.° La soluzione del cloruro baritico non determinò che leggerissimo appannamento; segno di tracce di solfati solubili.

9.° D'egual maniera si comportò la soluzione del cloruro platinico, avvisando l'esistenza di tracce di potassa.

10.° La soluzione del ferro-cianuro potassico giallo, col tempo e coll'esposizione alla luce la tinse in verde, e si depose un leggerissimo sedimento azzurro, indicante tracce d'un sale a base di ferro.

CONCLUSIONE.

Dal modo d'agire dei reattivi ora indicati, i quali, unitamente alla descrizione delle fisiche proprietà, costituiscono l'analisi qualitativa, risulta che l'acqua di Sales appartiene alle salino-jodurate, e che contiene i sotto notati mineralizzatori:

1.° Traccie d'acido carbonico, come dalla esperienza » 1.ª e 2.ª
2.° *Idem* d'acido solfidrico . . . . . » . » 3.ª
3.° *Idem* di joduri e bromuri . . . . . » . » 4.ª
4.° Una rilevante quantità di cloruri . . . . » . » 5.ª
5.° Combinazioni a base di calce . . . . . » . » 6.ª
6.° *Idem* a base di magnesia . . . . . » . » 7.ª
7.° Tracce di solfati solubili . . . . . » . » 8.ª
8.° *Idem* di sali a base di potassa . . . . » . » 9.ª
9.° *Idem* di sali a base di ferro . . . . » . » 10.ª

La principale delle basi alcaline, cioè la soda, cui trovasi specialmente combinato il cloro, verrà palesata dall' analisi quantitativa.

PARTE SECONDA

ANALISI QUANTITATIVA.

§ 1.° *Esame della materia fioccosa giallo-rossa prodottasi nell'acqua di Sales.*

Filtrammo sopra filtro tarato gr. 10,000 d'acqua di Sales; asciugato e ripesato il filtro, si trovò aumentato di grani 3 $^3/_4$, dipendentemente dalla materia fioccosa in esso raccolta, che si presentò d' un giallo-rosso d'ocra; e ad occhio armato si vide formata dall'intreccio di piccoli filamenti, sparsi da globetti, simili a sporangi; lo che induce a riguardarla un prodotto organico vegetabile affine alle *alghe*.

Si lavò il filtro più volte con alcool di gradi 36 di Beaumé; le lavature alcooliche riunite si evaporarono alla stufa, sopra vetro d'orologio, e si ebbe a residuo circa un grano di materia di color giallo d'ambra, pellucida, simile a vernice, leggermente igrometrica.

A questa aggiungemmo una goccia di soluzione d'idrato potassico, e nel tempo stesso accostammo una bacchettina di vetro, intinta nell'acido cloridrico; tosto si manifestò una nube bianca all'intorno della bacchettina, che avvertì la presenza dell'ammoniaca. Esponemmo allora il vetro gradatamente alla fiamma della lampana ad alcool, e lo portammo quasi al calore rosso; la materia estrattiva, ch'era su di esso, si gonfiò, mandando denso fumo, al quale accostando la bacchettina di vetro, intinta nell'acido cloridrico, ricomparve la nube bianca, indicante la presenza dell'ammoniaca.

Raffreddato il vetro, trovammo su di esso una piccola quantità di materia salina fusa, sulla quale una goccia d'acido solforico concentrato determinò debole effervescenza, accompagnata da vapore sensibilmente violetto, che, raccolto sopra carta spalmata di colla d'amido, la colorò in azzurro. Questo fenomeno accertò che nella materia estrattiva analizzata esistevano tracce di jodio, e che la sua composizione era analoga a quella delle alghe marittime.

Il filtro, dopo la lavatura alcoolica, si rilavò con acido cloridrico purissimo, allungato d'acqua distillata, che si ripassò più volte sul filtro. La lavatura cloridrica riuscì tinta in giallo; resa neutra con ammoniaca, si trattò col succinato sodico, che determinò un precipitato fioccoso, leggermente bruno, che, mercè della bollitura e del successivo infreddamento e della quiete, si riunì, e si separò compiutamente dalla soluzione col decantarlo. Il succinato ferroso ottenuto si calcinò in piccolo crogiuolo di platino coperto, e si ebbero grani 2,50 d'ossido di ferro magnetico.

La materia fioccosa emerge dunque essere di natura organica vegeto-animale; e dai caratteri, forse una nuova specie di *talassiofite*, vivente nelle acque salino-jodurate. La sua composizione chimica sarebbe:

sostanza vegeto-animale	grani 1,00
ossido ferroso	» 2,50
jodio	» 0,25
	grani 3,75.

Il jodio in questa materia si troverebbe combinato coll'ammoniaca?

§ 2.° *Determinazione degli acidi carbonico e solfidrico esistenti in 10,000 grani d'acqua di Sales.*

I grani dell'acqua, da cui erasi separata la materia fioccosa, s'introdussero in piccola storta di vetro tubulata, posta in bagno d'arena. Il collo della storta s'immerse per qualche linea nell'acqua privata dell'acido carbonico mercè la bollitura, e nella quale si erano disciolti grani 10 d'azotato argentico. Quest'acqua si conteneva in palloncino di vetro a due colli; il primo riceveva quello della storta, e dal secondo partiva un tubo di vetro ricurvo, che pescava nell'acqua di barite contenuta in bottiglia di cristallo. Il palloncino era anch'esso collocato in bagno d'arena, sopra apposito fornello. L'apparato era ripieno d'azoto, e le sue commessure lutate e munite di tubi di sicurezza, onde mantenere l'equilibrio della pressione interna coll'esterna.

Ciò disposto, dal tubo di Walther, del quale si era corredata la tubulatura della storta, e che pescava per qualche pollice nell'acqua in essa contenuta, si versò un quarto d'on-

cia d'acido acetico, allo scopo di scomporre gli idrosolfati ed i carbonati che potevano trovarsi nell'acqua, e così eliminare gli acidi solfidrico e carbonico, e farli entrare in combinazioni insolubili, il primo coll'argento ed il secondo colla barite (1); e si portò gradatamente alla bollitura l'acqua della storta, mantendola in tale stato per oltre venti minuti. All'aggiunta dell'acido si produsse uno svolgimento di bollicine gasose, e una leggiera effervescenza, che aumentò col riscaldamento. Allora si osservò alla superficie dell'acqua del palloncino, e precisamente all'ingiro del collo della storta, una sottile pellicola a splendore metallico; giunta l'acqua della storta alla bollitura, si videro uscire dal collo di essa delle gallozzole, ed a passare delle bollicine gasose nell'acqua di barite, che la rendevano latteggiante.

Sospendemmo il riscaldamento dell'acqua della storta, e portammo alla bollitura quella del palloncino, continuandola fino al cessare dall'intorbidarsi dell'acqua di barite; a questo punto si cessò il fuoco, e raffreddato l'apparato, si raccolsero i prodotti, incominciando da quello ch'erasi formato nell'acqua di barite.

Nella bottiglia dell'acqua di barite si trovò una piccola quantità di polvere bianca, pesante, che, raccolta sopra filtro tarato, venne lavata con acqua distillata bollente; essiccato il filtro, si ripesò, e si trovò aumentato di grani 10,50, in conseguenza del carbonato baritico in esso raccolto, rappresentante l'acido carbonico, sì libero che combinato, esistente nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

La composizione del carbonato baritico essendo di

acido carbonico	22,41
ossido baritico	77,59
	100,00,

ne deriva che grani 10,50 di carbonato baritico danno grani 2, 35, 60, 50 d'acido carbonico, sì libero che combinato, esistente nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

Nell'acqua del palloncino, in cui erasi disciolto l'azotato argentico, si trovò una piccola quantità di polvere nera lucida, che, separata dall'acqua e posta sopra piccolo filtro tarato, si essiccò, e ripesato il filtro, lo si trovò aumentato di circa grani due, in causa del solfuro argentico in esso raccolto, il quale rappresenta l'acido solfidrico, sì libero che combinato, esistente nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

Essendo la composizione atomica del solfuro argentico di

argento	87,04
solfo	12,96
	100,00,

in grani due di solfuro argentico si contengono grani 0, 25, 92 di solfo; ed essendo l'acido solfidrico composto di

idrogeno	05,88
solfo	94,12
	100,00,

(1) Essendo stata troppo piccola la quantità degli acidi carbonico e solfidrico indicati dall'analisi quantitativa, credemmo meglio procedere alla complessiva loro separazione, si per la porzione libera, si per la combinata.

ne segue che gr. 0,25,92 di solfo danno grani 0,27,39 d'acido solfidrico, che si trovava nei grani 10,000 d'acqua di Sales.

§ 3.° *Ricerca e determinazione dei cloroidei, cioè cloro, bromo e jodio, esistenti in 10,000 grani d'acqua di Sales.*

L'acqua rimasta nella storta dopo la separazione dell'acido carbonico e solfidrico, nel modo sopra discorso, era alquanto acida, e non presentava sensibile deposito; essa conteneva i cloroidei combinati colle basi, ed i carbonati alcalino-ferrosi mutati in acetati. Per separare i primi si versò l'acqua in catinella di porcellana, si riscaldò a 0+ 50, e si gettarono in essa a poco a poco dei cristalli d'acetato argentico, rimescolando continuamente, per facilitare la soluzione del sale argentico e la reazione; infine venne compiuta la scomposizione delle combinazioni cloroidee col versare nell'acqua, a goccia a goccia, della soluzione d'acetato argentico, fino a che cessò di prodursi precipitato. Raggiunta la compiuta precipitazione dei cloroidei, cioè la loro combinazione coll'argento, si raccolse il precipitato sul filtro tarato, che si lavò più volte con acqua distillata; le lavature si riunirono alla soluzione nella quale si era prodotto, e il tutto si conservò per le successive indagini.

Il precipitato era costituito dalla mischianza del cloruro, del bromuro e del joduro d'argento; combinazioni che importava separare l'una dall'altra, onde conoscere la quantità rispettiva del cloroideo presente. A questo scopo s'ebbe ricorso alla solubilità pressochè assoluta del cloruro argentico nell'ammoniaca liquida, alla poca solubilità del bromuro, ed all'insolubilità quasi completa del joduro in questo liquido.

a) Separazione del cloruro d'argento, e valutazione del cloro in esso contenuto.

Versammo sul filtro contenente la mischianza dei cloroidei argentici, tuttora umida, l'ammoniaca liquida, in quantità non eccedente, onde limitare l'azione di essa solamente sul cloruro argentico. La stessa ammoniaca si ripassò più volte sul filtro, perchè si saturasse compiutamente di cloruro. Quando ebbe perduto l'odore, e non agiva più, rimase sul filtro una polvere bianco-giallognola, che si lavò più volte con acqua distillata alquanto ammoniacale, ed alla fine con acqua distillata pura.

La soluzione ammoniacale si unì alle lavature del cloruro argentico: il tutto si trattò coll'acido azotico, fino al cessare dal prodursi precipitato, ch'era cloruro argentico, il quale, raccolto sopra filtro tarato, lavato più volte con acqua distillata, si essiccò compiutamente, si pesò, e si trovò grani 1600,50. Questo cloruro argentico conteneva tutto il cloro che esisteva, combinato alle basi diverse, nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

La composizione del cloruro argentico essendo di

argento	75,33
cloro	24,67
	100,00,

emerge che 1600,50 di cloruro argentico si compongono di

argento.	1205,65,	66,50
cloro	394,84,	33,50
grani	1600,50,	00,00.

Adunque nei 10,000 grani d'acqua di Sales si contengono 394, 84, 33, 50 di cloro, combinato al sodio, al calcio, al magnesio ed all'ammoniaca nelle seguenti proporzioni:

nel cloruro sodico	grani 579
» calcico	» 26
» magnesico	» 51
idroclorato d'ammoniaca	» 2
	grani 658.

b) Determinazione e separazione del bromo e del jodio esistenti nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

Dalla lavatura ammoniacale, mercè della quale erasi separato il cloruro argentico, rimase la materia polverosa bianco-giallognola, che, essiccata e raccolta diligentemente, si trovò grani 65 di jodo-bromuro argentico, rappresentante i joduri ed i bromuri alcalino-terrosi che esistevano nei 10,000 grani d'acqua di Sales. Essa materia si mescolò col doppio del suo peso d'idrato potassico purissimo, e venne introdotta in crogiuolo intonacato di carbone, che si riscaldò gradatamente, in modo da portare il contenuto alla fusione, che si mantenne per oltre 15 minuti. Così operando, il jodo-bromuro argentico si trovò mutato in jodo-bromuro potassico ed in argento metallico.

La materia fusa infreddata venne disciolta nell'acqua distillata bollente; la soluzione depose dei globetti d'argento, che, raccolti sul filtro, lavati ed essiccati, si trovarono grani 32,50, per lo che il jodo-bromuro argentico conteneva 32, 50 di metallo.

1.° *Separazione del jodio, e sua determinazione.*

Nella soluzione anzidetta, resa neutra con acido cloridrico, si fecero passare delle gallozzole di cloro, che determinarono la precipitazione del jodio, badando a non eccedere nell'aggiunta del cloro, sì per non determinare contemporaneamente anche la separazione del bromo, sì per non perdere porzione di jodio col mutarlo in acido jodico (1). Il jodio precipitato venne raccolto sul filtro tarato, si asciugò e si pesò, ed era grani 21,75; ma siccome, e per la volatilità di esso e per la natura dell'operazione di cui si tratta, si dovevano incontrare delle perdite, così la quantità del jodio, esistente nei 10,000 grani d'acqua di Sales, si potrebbe valutare circa grani 25.

Il jodio esiste nell'acqua di Sales combinato ai metalli alcalini e alcalino-terrosi, nello stesso modo del cloro, cioè, in istato di joduro sodico, di joduro potassico, di joduro magnesico.

2.° *Separazione e determinazione del bromo.*

Separato il jodio nel modo descritto, si continuò a far passare nella soluzione il cloro, che prese una tinta gialla, e l'odore proprio del bromo; allora si aggiunse un egual volume d'etere, si rimescolò il tutto per qualche tempo, e si abbandonò il miscuglio alla quiete.

Si separò l'etere, tinto in giallo, dall'acqua che rimase scolorata. La tintura eterea si trattò colla soluzione di soda pura, versata in essa a goccia a goccia, rimescolando

(1) L'eccesso del cloro determina la scomposizione dell'acqua, il cui ossigeno si getta sul jodio e genera l'acido jodico; e l'idrogeno si unisce al cloro e genera l'acido cloridrico.

lino al compiuto scoloramento dell'etere; dappoi venne introdotta in piccola storta di vetro, e separato l'etere colla distillazione; la materia salina rimasta disciolta nell'acqua distillata, levata dalla storta, si evaporò a secco, e diede grani 9,59 di bromuro sodico.

La composizione del bromuro sodico essendo di

sodio	22, 92
bromo	77, 08
	100,00,

ne consegue che grani 9, 50 danno grani 7 di bromo, esistente, al pari del cloro e del jodio, allo stato di bromuro alcalino ed alcalino-terroso nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

§ 4.° *Ricerca e determinazione delle basi dei cloroidei esistenti nei 10,000 grani d'acqua di Sales.*

I cloroidei esistenti nell'acqua di Sales si riducono al cloridrato d'ammoniaca, al cloruro sodico, potassico, magnesico, ai bromuri e joduri delle stesse basi.

a) Ricerca e determinazione dell'ammoniaca.

L'acqua e le lavature rimaste dalla separazione dei cloroidei, mercè dell'acetato argentico, contenevano le basi, che si trovano nell'acqua mutate in acetati. Queste vennero introdotte in istorta di vetro tubulata, posta in bagno d'arena, e il cui collo s'immerse per qualche linea nell'acqua distillata contenuta nel recipiente, e resa acida con acido cloridrico purissimo, allo scopo di ritenere l'ammoniaca che poteva esistere nell'acqua di Sales. La tubulatura della storta si munì di un tubo di Walther, che si fece pescare per qualche pollice nell'acqua in essa contenuta, e col mezzo del quale vi s'introdusse della soluzione d'idrato di potassa purissimo, in quantità bastevole, non solo a saturare l'acido acetico libero, ma ben anche a scomporre gli acetati, ed in ispecie i sali ammoniacali che potevano trovarsi nell'acqua.

Allora riscaldammo gradatamente l'acqua, portandola alla bollitura, che si mantenne per oltre 15 minuti, nel qual tempo passò nell'acqua acida d'acido cloridrico, contenuta nel recipiente, il vapore d'acqua ammoniacale, che venne ritenuto dall'acido cloridrico. Infreddato l'apparato, si versò l'acqua del recipiente in catinella di porcellana, e la si evaporò alla temperatura di + 60°, e concentrata, si ultimò l'evaporazione sopra vetro d'orologio tarato ed alla stufa.

Così operando s'ebbe un residuo salino, cristallizzato in piccoli aghi, riuniti a modo d'una barba di penna da scrivere; ripesato il vetro, si trovò aumentato di gr. 2,25, dipendentemente dal cloridrato d'ammoniaca in esso raccolto.

Onde verificare se fosse a base d'ammoniaca, versammo su di esso una goccia di soluzione d'idrato potassico, e nello stesso momento avvicinammo il cannello di vetro intinto nell'acido cloridrico, e vedemmo appalesarsi la nube bianca, caratteristica della presenza dell'ammoniaca, avvertita anche dall'odorato.

La composizione del cloridrato d'ammoniaca essendo di

ammoniaca	31,81
acido cloridrico	68,19
	100,00,

ne segue che nei 2, 25 grani di esso sale esistevano gr. 0, 70, 57, 25 d'ammoniaca, rappresentanti i sali ammoniacali presenti nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

b) Determinazione delle basi alcaline, alcalino-terrose e terrose.

L'acqua rimasta nella storta era alquanto alcalina, e presentava un deposito d'aspetto terroso-bianco, colorato in rosso-ruggine, che si raccolse sopra filtro tarato, e si lavò con acqua distillata: esso si componeva d'ossido di ferro, di calcio e di magnesio, provenienti dalla scomposizione dei loro acetati, operata dall'idrato potassico.

La lavatura si riunì all'acqua in cui il deposito si era prodotto, e si serbò per altre indagini. Si lavò la storta con acido cloridrico purissimo, e la lavatura acida si versò sulla materia rimasta sul filtro, che venne compiutamente disciolta dallo stesso acido; si lavò il filtro con acqua distillata, e la lavatura si riunì alla soluzione cloridrica.

1.° *Ricerca dell'ossido di ferro.*

Nella dissoluzione cloridrica, resa neutra con ammoniaca, si versò a goccia a goccia la soluzione del succinato sodico, fino al cessare dal prodursi intorbidamento, ch'era di aspetto fioccoso, di colore leggermente fulvo, e il quale, colla bollitura, l'infreddamento e la quiete, si riunì e si depose. Allora si separò la soprastante acqua colla decantazione, lo si lavò con acqua distillata; e la lavatura si aggiunse alla soluzione in cui erasi prodotta.

Il succinato ferroso lavato, si calcinò in piccolo crogiuolo di platino coperto, e si ebbe circa un grano d'ossido di ferro magnetico, rappresentante i sali a base di ferro esistenti nell'acqua di Sales, e forse il carbonato ferroso intraveduto dal De Kramer.

2.° *Ricerca e determinazione della calce.*

Nell'acqua e nelle lavature così riunite, e rese alquanto alcaline coll'ammoniaca, si versò a goccia a goccia la soluzione dell'ossalato ammonico basico, fino al cessare dal prodursi precipitato, che, raccolto sopra filtro tarato, si lavò con acqua distillata, unendo la lavatura alla soluzione in cui erasi prodotto. Essiccato il filtro e ripesato, si trovò aumentato di gr. 29, a cagione dall'ossalato calcico in esso contenuto.

La composizione di questo essendo di

acido ossalico	55, 99
ossido calcico	44, 01
	100, 00,

emerge, che grani 29 d'ossalato calcico sono formati di

acido ossalico	gr. 16, 23, 71
ossido calcico	» 12, 76, 29
	grani 29, 00, 00.

I quali grani 12, 76, 29 d'ossido calcico constano, meno piccole frazioni, di

calcio	gr. 9, 17, 85, 25
ossigeno	» 3, 37, 14, 75
	grani 12, 75, 00, 00.

Laonde grani 9, 17, 85, 25 di calcio metallico esistevano nell'acqua di Sales in combinazione coi cloroidei, ed in piccola quantità coll'ossigeno, allo stato di bicarbonato calcico.

Stando però ai risultati analitici riferiti dal professor Abbene, il calcio nell'acqua di Sa-

les si troverebbe esclusivamente combinato col bromo, allo stato di bromuro calcico, la cui composizione atomica è di

bromo	79, 26
calcio	20, 74
	100, 00.

In conseguenza, essendosi rinvenuti, in 10,000 grani d'acqua di Sales, grani 7, 50 di bromo, si avrebbero grani 9,50 di bromuro calcico.

3.° *Ricerca e determinazione della magnesia.*

Nell'acqua e nelle lavature provenienti dalla separazione della calce versammo, a goccia a goccia, della soluzione di fosfato ammonico basico, fino al cessare dal prodursi precipitato, che, raccolto su filtro tarato, lavato con acqua distillata ed essiccato, si trovò grani 134, 25, ed era fosfato ammonico magnesiano, la cui composizione atomica è di

ammoniaca	gr. 6, 91
ossido magnesico	» 16, 26
acido fosforico	» 29, 13
acqua	» 47, 70
	grani 100, 00.

Quindi in grani 134, 25 di fosfato ammonico magnesiano esistevano grani 22 d'ossido di magnesio o magnesia, la cui composizione atomica è di

magnesio	61, 29
ossigene	38, 71
	100, 00.

Laonde i grani 22 d'ossido magnesico si compongono di

magnesio	grani 13, 48, 38
ossigene	» 8, 51, 62
	grani 22, 00, 00.

Adunque grani 22 d'ossido magnesico contengono grani 13, 48, 38 di magnesio metallico, che si trovano nell'acqua di Sales combinati coi cloroidei, meno piccola porzione coll'ossigene, in istato di bicarbonato magnesico.

Notammo che il professor torinese ammette anche il jodio esclusivamente combinato col magnesio, allo stato di joduro magnesico, che componesi di

magnesio	grani 20, 65
jodio	» 79, 35
	100, 00.

Accettando tale opinione, non appoggiata a fatti esperimentali, i grani 26 di jodio rinvenuti dall'analisi nei 10,000 d'acqua di Sales, darebbero grani 33 di joduro magnesico, che si comporrebbero di

magnesio	grani 6, 81, 45
jodio	» 26, 18, 55
	grani 33, 00, 00

Ma non conveniamo in questo avviso, perchè sì il bromo che il jodio hanno grande affinità coi metalli alcalini, sodio e potassio, e forse maggiore di quella che manifestano pei metalli alcalini terrosi, ed anche per la grande massa del sodio presente. E perciò, fino a che la chimica non presterà dei mezzi certi per separare i cloruri, i joduri ed i bromuri alcalini dagli alcalino-terrosi e terrosi, noi ammetteremo che nell' acqua di Sales il cloro, il bromo e il jodio si trovino divisi e combinati con tutti i metalli presenti.

4.° *Determinazione della soda.*

L'acqua da cui, mercè dell'aggiunta dell'idrato potassico, erasi separata l'ammoniaca, e precipitati gli ossidi, era alcalina, e conteneva la soda e la potassa allo stato di sott'acetati. La si saturò con acido acetico, e si concentrò fino al punto che depose dei cristalli; si lasciò infreddare, e, deposto il sale, si decantò l'acqua madre. In questa si versò a goccia a goccia la soluzione del cloruro platinico, fino al cessare dal prodursi precipitato, che, separato dalla soluzione, si lavò coll' alcool. Questo precipitato era cloro platinato-potassico, rappresentante l'idrato potassico, di cui non è necessario tener calcolo.

La soluzione, dalla quale erasi separato il cloro-platinato, e la sua lavatura alcoolica si versarono sulla materia salina sopra avvertita, e si continuò l'evaporazione a secchezza. Il residuo salino si calcinò in crogiuolo d'argento, fino al cessare dal prodursi vapore ed all'entrare della materia in fusione ignea.

Infreddato il crogiuolo, si pesò, e, dedotto il suo peso, si trovò che la materia fusa era grani 520 di carbonato sodico anidro, la cui composizione atomica è di

ossido sodico	grani 58, 58
acido carbonico	» 41, 42
	grani 100, 00.

In conseguenza, i grani 520 di carbonato sodico anidro si compongono di

ossido sodico	grani 312, 50
acido carbonico	» 207, 50
	grani 520, 00;

ed essendo la composizione dell' ossido sodico di

sodio	grani 74, 42
ossigeno	» 25, 58
	grani 100, 00,

i grani 312, 50 d' ossido sodico constano di

sodio metallico.	grani 232, 56, 25
ossigeno	» 79, 93, 75
	grani 312, 50, 00.

Questi grani 232, 56, 25 di sodio metallico esistevano in istato di combinazione coi metalloidei, e più specialmente col cloro, allo stato di cloruro sodico.

Il carbonato sodico anidro si disciolse compiutamente, e la soluzione, evaporata a pellicola ed abbandonata alla quiete, cristallizzò in grossi prismi romboidei, che, esposti

all'aria, si risolsero in polvere bianca, alcalina ai reattivi; caratteri proprj del carbonato sodico idrato.

§ 5.° *Ricerca e determinazione dei solfati solubili della potassa e della materia organica.*

a) Ricerca dei solfati.

Prendemmo altri 10,000 grani d'acqua di Sales, e separata da essa la materia fioccosa, di cui si è detto al § 4.°, si trattò colla soluzione del cloruro baritico, la quale produsse leggerissimo precipitato, che, raccolto su filtro tarato, si trovò questo aumentato di grani 1, 50. Questo precipitato, separato dal filtro, si trattò coll'acido azotico, che non ebbe azione alcuna sopra di esso; era adunque solfato baritico, la cui composizione è di

ossido barico	grani 65, 63
acido solforico	» 34, 37
	grani 100, 00.

In un grano e mezzo di solfato baritico si trovano grani 0,51,55,50 d'acido solforico, che, supponendo nell'acqua di Sales combinato coll'ossido sodico, allo stato di solfato sodico, la composizione del quale è di

ossido sodico	grani 51, 60
acido solforico	» 48, 40
	grani 100, 00,

si avrebbe, nei 10,000 grani d'acqua di Sales, grani 1, 25 di solfato sodico.

b) Ricerca della potassa.

Il De Kramer avendo accennato nell'acqua di Sales la presenza di tracce di potassa, credemmo bene verificare questo fatto, che appalesa la somma diligenza del nostro illustre collega nei lavori analitici.

A questo scopo evaporammo l'acqua da cui erasi separato il solfato baritico, fino al punto che depose dei cristalli salini; si lasciò infreddare, e si decantò per separarla dal sale; e trattammo l'acqua madre colla soluzione del cloruro platinico, che determinò la separazione d'una piccolissima quantità di polvere giallo-pallida, che, raccolta diligentemente sopra filtro tarato, si lavò con alcool, ed essiccato il filtro e ripesato, indicò un aumento di grani 3, 50, dovuto al cloro-platinato-potassico su di esso raccolto, e rappresentante la combinazione della potassa esistente nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

La composizione del cloro-platinato potassico è di

platino	grani 40, 48
potassio	» 16, 02
cloro	» 43, 50
	100, 00;

donde si ricava, che nei 10,000 grani d'acqua di Sales esistevano grani 0, 56 di potassio, combinato coi metalloidei.

c) Ricerca e determinazione della materia organica.

La soluzione, dalla quale erasi separato il cloro-platinato potassico, e la sua lavatura

alcoolica si versarono sui cristalli che si erano deposti, come dicemmo, e si evaporò il tutto a bagno-maria fino a secco. Così operando, ottenemmo una massa salina bianca, alquanto igrometrica, formata dall'aggregato di piccoli cristalli che, ad occhio armato, presentavano la forma derivata dal cubo; il suo peso si trovò di grani 703, 50.

Questa massa salina si trattò più volte coll'alcool di gradi 36 di Beaumé, e fino a che il detto liquido uscì dalla lavatura affatto privo d'estraneo sapore; dalla lavatura rimase pochissimo d'indisciolto. Le lavature alcooliche riunite si digerirono per alcuni giorni sul solfato argentico, adoperato in quantità più che sufficiente a mutare le combinazioni aloidee presenti, in cloruri, bromuri e joduri argentici, e le basi loro in solfati; combinazioni tutte insolubili nell'alcool.

Quando fummo certi che fosse compiuta la reazione, a promovere la quale rimescolammo le materie di frequente, si separò la tintura alcoolica colla decantazione, e si lavò con alcool la materia rimasta indisciolta.

Riunite le lavature alcooliche alla tintura, si separò parte dell'alcool colla distillazione, e la rimanenza si evaporò alla stufa a secchezza. Si ottennero così grani 5, 75 di materia estrattiva di colore giallo d'ambra, pellucida, simile ad una vernice, di sapore alquanto acre, d'odore debole particolare, e leggiermente igrometrica. Questa materia si mescolò con polvere di vetro, e s'introdusse in tubetto di vetro, gonfiato ad un capo e chiuso alla lampada, e lutato con argilla in quella parte ove venne raccolta la detta materia. Allora si piegò la parte media del tubetto, onde riceverla in piccolo recipiente, e si riscaldò gradatamente la parte lutata, portandola al calor rosso, che si mantenne fino al cessare dallo svolgersi vapori.

Nella riferita operazione s'ebbero i prodotti pirogenici, soliti ad ottenersi dalla distillazione secca delle materie organiche azotate, e fra questi il carbonato ammonico, che avvertì essere la sostanza esaminata di natura vegeto-animale. Questa materia organica rinvenuta nell'acqua di Sales è analoga a quella scoperta da Berzelius nelle acque della Boemia, da lui ritenuta formata da due acidi azotati, che denominò crenico ed ipocrenico, (da $\chi\rho\acute{\eta}\nu\eta$, fontana). Essa è affatto identica a quella che ritrovammo nell'acqua di Mirandolo.

§ 6. *Esame delle materie indisciolte dall'alcool.*

L'indagine che ora intraprendiamo è diretta a riscontrare i risultati ottenuti dalle precedenti esperienze analitiche, ed alla ricerca dell'allumina e della silice, indicate nel riassunto analitico dell'acqua di Sales del professor Abbene.

Il residuo insolubile aveva aspetto terroso, di colore leggiermente rossiccio, non igrometrico, e si trovò grani 7, 50. Si trattò coll'acqua distillata bollente, e la lavatura si separò dalla materia insolubile colla decantazione, e si esperimentò coi reattivi, ma senza alcun effetto. La materia lavata si essiccò novamente, e ripesata, non si trovò sensibilmente diminuita.

Essa doveva comporsi dei carbonati di ferro, di calcio, di magnesio, d'allumina e di silice, i quali dovevano esistere disciolti nell'acqua di Sales allo stato di bi-carbonati, mercè dell'acido carbonico libero. Trattata coll'acido cloridrico purissimo, allungato con alquanto d'acqua distillata, si disciolse con viva effervescenza, lasciando piccola porzione di sostanza polverosa indisciolta, che credemmo acido silicico. L'operazione venne eseguita in capsuletta di porcellana.

a) Ricerca e determinazione dell'acido silico.

La soluzione cloridrica si separò dalla sottostante polvere colla decantazione: la polvere si lavò con acqua acidulata mediante acido cloridrico, ed in fine con acqua distillata; le lavature si riunirono alla soluzione.

La polvere si essiccò, si pesò, e si trovò grani 1, 50, e mescolata col doppio peso d'idrato potassico purissimo, venne fusa in piccolo crogiuolo di platino. La materia fusa si disciolse compintamente nell'acqua distillata bollente. La soluzione, resa leggiermente acida con acido cloridrico, bollita per alcuni minuti, depose coll'infreddamento un sensibile precipitato bianco polveroso, insolubile negli acidi, cosicchè il grano e mezzo della materia così trattata era puro acido silicico.

b) Determinazione del carbonato ferroso.

La soluzione cloridrica, dalla quale erasi separata la silice, era leggiermente colorata in giallo. Si fece passare per essa una corrente d'acido solfidrico, che determinò la separazione d'una polvere nera, riconosciuta per solfuro ferroso, che, raccolto sopra filtro tarato, si lavò ed essiccò, e si trovò grani 1, 50.

Il solfuro ferroso componesi di

ferro	grani 77, 13
solfo	» 22, 87
	grani 100, 00.

Il grano 1, 50 di solfuro ferroso rappresenta il carbonato ferroso che esisteva nei 10, 000 grani d'acqua di Sales, che si può valutare a grani 2, 25.

c) Ricerca dell'allumina.

Dalla soluzione, donde si era separato il solfuro ferroso, e dalla lavatura di esso, riunite, si eliminò colla bollitura l'acido solfidrico; infreddata la mischianza, venne saturata coll'ammoniaca, aggiunta in modo da renderla alquanto alcalina. S'appannò sensibilmente, indicando con ciò le traccie dell'allumina avvertite dal chimico torinese.

Questa soluzione si passò per filtro tarato, e ne uscì pellucida; ma il filtro, essiccato e ripesato, non diede segno d'aumento di peso; cosicchè l'allumina riuscì in quantità imponderabile.

d) Determinazione del carbonato calcico.

Nella soluzione cloridrica, rimasta dalle esperienze precedenti, si versò a goccia a goccia la soluzione dell'ossalato basico d'ammoniaca, la quale produsse un precipitato bianco d'ossalato calcico, che, raccolto sopra filtro tarato, lavato ed essiccato, ripesandolo, si trovò aumentato di grani 1, 75. Questi grani 1, 75 d'ossalato calcico rappresentano il carbonato di questa base esistente nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

e) Determinazione del carbonato magnesico.

Riunite la soluzione e la lavatura, rimaste dalla separazione dell'ossalato calcico, si trattarono colla soluzione del fosfato ammonico basico, che produsse un precipitato bianco, d'aspetto farinoso, di fosfato ammonico magnesiano, che, raccolto sul filtro tarato, si lavò e si essiccò, e si trovò grani 5, corrispondenti al grano 1, 50 di carbonato magnesico esistente, allo stato di bicarbonato, nei 10,000 grani d'acqua di Sales.

§ 7.° *Esame delle materie rimaste dalla reazione del solfato argentico sulle sostanze disciolte dall' alcool.*

In questa reazione i cloruri, i bromuri e i joduri dei metalli alcalini, alcalino-terrosi e terrosi, disciolti dall'alcool, giunti a contatto del solfato argentico, si sono decomposti, scomponendo il solfato argentico. Si produssero così il cloruro, il bromuro e il joduro argentici, ed i solfati sodico, potassico, calcico e magnesico, tutti insolubili nell'alcool.

I solfati solubili nell'acqua, esistenti nella detta materia, sono quelli di soda, di potassa (1) e di magnesia; e l'insolubile, quello di calce.

a) Determinazione del solfato di magnesia.

La materia risultata dalla discorsa reazione si trattò coll'acqua distillata bollente, fino a che riuscì affatto insipida; questa disciolse i solfati sodico e magnesico. La soluzione si concentrò coll'evaporazione, sino alla comparsa di qualche segno di cristallizzazione; allora si trattò colla soluzione del fosfato ammonico magnesiano, versato a goccia a goccia, fino al cessare dal prodursi precipito di fosfato ammonico magnesiano, il quale, raccolto sopra filtro tarato, lavato ed essiccato, si trovò gr. 130, 50. Questo sale rappresentava le combinazioni degli aloidei col magnesio esistenti nell'acqua di Sales. Tale risultato concorda con quello ottenuto nella ricerca delle basi, indicato al § 4, n. 3, meno grani 4 di fosfato ammonico magnesiano, rispondenti al carbonato di magnesia accennato più sopra.

b) Determinazione del solfato sodico.

Riunite la soluzione e la lavatura rimasta dalla separazione del fosfato ammonico magnesiano, si trattarono colla soluzione dell'acetato baritico, fino al cessare dal prodursi precipitato di solfato baritico (2), che si separò, raccogliendolo sul filtro, e si lavò più volte con acqua distillata. La soluzione dell'acetato sodico prodotto, e la lavatura del solfato baritico, riunite, si evaporarono a secco. Il residuo salino s'introdusse in crogiuolo d'argento, che si portò e si mantenne al calore rosso, fino a che cessò dal mandare vapori. Infreddato il crogiuolo, si trovò in esso una materia fusa, quasi bianca, ch'era grani 519 di carbonato sodico, identico all'ottenuto nella determinazione della soda, riferita al § 4, n. 4.

c) Separazione delle combinazioni dell'argento cogli aloidei.

Le sostanze rimaste indisciolte dall'acqua, come avvertimmo, si componevano delle combinazioni degli aloidei coll'argento e del solfato calcico, più del solfato argentico adoprato in eccesso. Per separarle, si lavarono con ammoniaca liquida, non molto concentrata, fino al punto che la massima parte del cloruro argentico si fosse disciolta, e la rimanenza scolorata, e fatta quasi bianco-gialliccia. Allora si separò la soluzione ammoniacale, onde essere precipitata a parte. La porzione che lasciammo indisciolta si trattò con ammoniaca concentratissima, fino a che il residuo fu compiutamente scolorato, e l'ammoniaca che usciva dalla lavatura, resa satura con acido azotico, non manifestava più alcun intorbidamento.

1.° *Separazione del cloruro argentico.*

Nella prima soluzione ammoniacale versammo dell'acido azotico, fino al cessare dal prodursi precipitato di cloruro argentico, che, raccolto sopra filtro tarato, si lavò con

(1) La potassa non esisteva, perchè separata direttamente dall'acqua (§ 5 e 6).

(2) Non si è calcolato il solfato baritico, non avendo rapporto diretto.

acqua distillata, fino a che questa, uscendo dalla lavatura, non mutava in rosso la carta azzurra del tornasole. Il cloruro argentico, compiutamente essiccato, si trovò grani 1596, cioè grani quattro meno che nell'esperienza indicata al § 3.° *a*.

2.° *Separazione del bromuro e del joduro argentico.*

La seconda soluzione ammoniacale, nella quale credemmo aver concentrato il bromuro e il joduro argentico, si trattò nello stesso modo della prima, e si ebbe un precipitato, che, raccolto sul filtro tarato, lavato ed essiccato, si trovò di grani 71,50. Esso era sotto forma polverosa bianco-giallognola; esposto alla luce solare, si colorò sollecitamente in violetto, ciò che indicava la presenza del cloruro argentico, e dava ragione delle differenze dei pesi ottenuti, diversi alquanto da quelli delle ricordate esperienze. Trattato come nella separazione del bromo dal jodio al § 3.° *b*, diede pressochè identici risultati.

3.° *Esame della rimanenza delle lavature ammoniacali.*

Essa, come avvertimmo, componevasi di solfato argentico e di solfato calcico. Si separò il primo digerendo la mischianza colla soluzione del cloruro sodico, per alcuni giorni, rimescolando di tempo in tempo le materie digerite, onde facilitare la reazione, finchè il solfato argentico mutossi in cloruro ed in solfato sodico.

Si lavò la mischianza con acqua distillata, per separare il solfato ed il cloruro sodico, stato adoperato in eccesso, ed in fine si separò il cloruro argentico colle lavature ammoniacali. La rimanenza insolubile nell'ammoniaca era il solfato calcico, che, lavato ed essiccato, si trovò grani 26,50; quantità rispondente all'ossalato calcico, indicato al § 4.°, n. 2.°, dedotto il carbonato della stessa base, sopra avvertito. Esso rappresentava le combinazioni del calcio cogli aloidei esistenti nei 10,000 grani d'acqua di Sales, state disciolte dall' alcool.

Ecco il RIASSUNTO NUMERICO

delle quantità dei principj mineralizzatori rinvenuti in 10.000 *grani d'acqua di Sales:*

Acido carbonico libero e combinato . . .	grani	0	002	35	60	50
» solfidrico »	»	0	000	25	92	00
» solforico combinato	»	0	000	51	55	50
» silicico	»	0	001	50	00	00
Bromo	»	0	007	00	00	00
Jodio combinati coi metalli	»	0	026	00	00	00
Cloro	»	0	394	84	33	50
Ferro in istato di bicarbonato	»	0	001	00	00	00
Ammoniaca	»	0	000	70	57	25
Calcio	»	0	009	17	85	25
Magnesio cogli aloidei	»	0	013	48	38	00
Sodio	»	0	232	50	25	25
Potassio	»	0	000	50	07	00
Materia organica vegeto-animale	»	0	005	75	00	00
Acqua e perdite	»	9	304	34	45	75
	grani	10	000	00	00	00

GUIDA

ALLO STUDIO DELLE ACQUE MINERALI O MEDICINALI

PEL PADRE OTTAVIO FERRARIO

Comunicata nell'adunanza del 5 agosto 1858.

INTRODUZIONE

Col nome generico d'acque minerali o medicinali si conoscono quelle che scaturiscono dalla terra, più o meno cariche di sostanze atte a renderle capaci di produrre sull'economia vivente effetti salutari, e ben diversi da quelli che sogliono determinare le acque potabili comuni.

In questo lavoro le acque minerali vennero studiate sotto i seguenti rapporti, cioè:

1.° Sotto quello dei terreni dai quali scaturiscono, ciò che costituisce l'*idrologia geologica*.

2.° Sotto quello della loro chimica composizione, che forma l'*idrologia chimica*.

3.° Infine sotto quello delle loro qualità medicinali ed usi medici, od *idrologia medica*, della quale ci limiteremo a dare dei cenni generali.

CAPITOLO PRIMO

L'acque minerali studiate sotto i loro rapporti geologici, od idrologia geologica.

I principj ai quali l'acque minerali devono le loro proprietà medicinali, si dicono mineralizzatori, e possono rinvenirsi già formati nel terreno, e disciolti dall'acque, nel sotterranco loro tragitto, come già avvertì Plinio (1); ovvero essere prodotti da chimiche reazioni, che sì energicamente vediamo tutto dì operarsi nei vulcani attivi. I risultati di tali reazioni sono d'ordinario prodotti acidi, i quali possono dar luogo a successive scomposizioni e ricomposizioni chimiche affatto nuove.

Gli acidi che si generano nei vulcani sono precipuamente il solforoso, il solforico, il cloridrico, il carbonico; i primi tre sono potentissimi agenti chimici.

L'acido solforoso è generato dalla combustione diretta del solfo, operata pel contatto dell'ossigeno atmosferico col solfo posto ad elevata temperatura. L'acido solforoso così

(1) Quippe tales sunt aquæ, qualis terra per quam fluunt. C. Plinii Secundi, *Nat. Hist.*, lib. 21, c. 4.

formato, si muta, per successiva ossidazione e sotto l'influenza del vapore acqueo e dell'ossigeno dell'aria, in acido solforico, che, incontrandosi coi cloruri e coi carbonati terrosi costituenti le roccie, li scompone mutandoli in solfati, e generando l'acido cloridrico nel primo caso, e nel secondo ponendo a nudo l'acido carbonico.

L'acqua discioglie sì gli acidi che il maggior numero delle loro combinazioni colle basi costituenti i sali, non solo per l'eminente sua proprietà solvente, quanto per trovarsi combinata con altri principj che le aumentano quella facoltà. Vediamo infatti che l'acido carbonico, da cui sono sature alcune acque minerali dette acidule, rende solubili i carbonati neutri terrosi, ed alcuni metallici, fra i quali quelli di calce, di magnesia, di ferro ec., per sè stessi allo stato neutro insolubili, mutandoli in carbonati acidi o bicarbonati. La proprietà solvente dell'acqua è poi sommamente cresciuta 1.° dall'elevazione della temperatura; 2.° dall'aumento della pressione.

Alcune recenti esperienze dimostrarono, che, facendo passare una corrente di vapore aqueo, carico d'acido solfidrico, alla temperatura di 0 + 100, e sotto una pressione di due atmosfere, sopra una roccia feldspatica, si ha un'acqua carica dei mineralizzatori delle acque solforose, vale a dire d'idrosolfati di magnesia e di calce.

Vedemmo or ora, che i principj chimici dall'analisi rinvenuti nelle acque minerali possono essere il prodotto delle facoltà solventi dell'acqua stessa, ed il risultato delle chimiche reazioni: nel secondo caso le forze elettro-chimiche devono avere una grande influenza sulla genesi dei principj mineralizzatori delle acque; ma bisogna confessare che, malgrado le grandi scoperte fatte nella scienza, le cognizioni positive sopra quest'argomento sono ancora limitatissime.

Quantunque l'acque minerali scaturiscano da tutti i terreni, pure la storia loro geologica è tuttora bambina, mancante di notizie e di osservazioni positive; ed invero la storia di molte fonti minerali è priva affatto di dati geologici. Il primo fra' moderni che occupossi di quest'importante argomento fu Alessandro Brogniart, che, nel 1819, tentò stabilire una classificazione geologica delle acque minerali, nella quale le distribuì in sette ordini, presi dalla natura dei terreni da cui scaturiscono; ma dal suo lavoro concludeva, che le generalità che si possono stabilire dalla postura geologica delle fonti minerali, non presentano che qualche dato positivo per quelle dei terreni più inferiori e dei più superiori.

Altra classificazione geologica delle acque minerali, analoga a quella di Brogniart, è esposta nell'Enciclopedia del secolo XIX, all'articolo *Eaux minérales*, in cui vengono distribuite in cinque classi. Crediamo bene di qui riportarla (1).

Classificazione geologica delle acque minerali.

1.ª Classe. — Questa comprende l'acque minerali proprie dei terreni primitivi, per lo più termali; contengono acido carbonico, acido solfidrico, coi loro sali a base di soda, di calce e d'ossido ferroso, ed acido silicico.

---

(1) V. *Encyclopédie du dix-neuvième siècle*. T. X, pag. 697. Paris, 1848.

2.ª Classe. — Acque dei terreni di sedimento inferiore; esse partecipano delle proprietà e composizione delle prime; ma pei nuovi strati del terreno che attraversano, vengono modificate sì nella temperatura che nella composizione. In esse esistono gli acidi carbonico e solfidrico allo stato libero, ma in piccola quantità; sali a base di soda, rare volte il carbonato, e più spesso il solfato calcico.

3.ª Classe. — Acque dei terreni di sedimento superiore; d'ordinario sono fredde; vi si trova l'acido carbonico in piccola quantità allo stato libero, ma qualche volta manca; vi predominano i sali a base di calce e di magnesia, i solfati delle stesse basi, ed altri sali a base d'ossido ferroso.

4.ª Classe. — Acque minerali dei terreni di trasporto; esse partecipano delle proprietà di quelle dei terreni primitivi e di quelli di sedimento; vi si riscontrano gli acidi carbonico e sollidrico, non meno che i sali caratteristici dell'acque dei due terreni indicati.

5.ª Classe. — Acque dei terreni trachitici antichi, e quelle dei vulcani moderni. Sono analoghe, per la composizione, a quelle dei terreni primitivi; contengono gli acidi carbonico, cloridrico, solfidrico, bromuri, cloruri, joduri alcalino-terrosi, e sali a base d'ossido ferroso.

Della caloricità delle acque minerali.

Se la chimica composizione delle acque minerali chiamò l'attenzione del geologo onde indagare la genesi dei loro mineralizzatori, che potevano derivare dalla natura dei terreni dalle acque percorsi; la fisica non trascurò di spingere le indagini sulle cause della loro caloricità, o della temperatura più elevata di quella dell'atmosfera.

Tutte le acque che sgorgano dal terreno con temperatura più elevata di quella ordinaria dell'atmosfera, e sempre superiore alla media degli strati superiori della superficie del globo, si dicono *acque termali;* esse abbondano specialmente nelle regioni montuose. Alcune non diversificano dalla comune che pel calore, ed allora si dicono *acque termali semplici;* altre, all'opposto, sono anche più o meno cariche di principj mineralizzatori, e si chiamano *acque termali composte.*

Il grado di temperatura delle acque minerali termali è svariatissimo nelle diverse fonti, ma costante in ciascuna di esse. Fenomeno dei più degni d'osservazione è certamente cotesta imperturbabilità della temperatura, che mantiensi in tutti i tempi nella stessa fonte, malgrado le variazioni delle stagioni e le vicissitudini atmosferiche. In generale esso grado è sempre inferiore a quello della bollitura dell'acqua, sotto l'ordinaria pressione atmosferica; benchè si osservi in alcune sorgenti una vera ebollizione, e sopratutto all'avvicinarsi d'un tempo procelloso. Ciò si spiega da alcuni, ammettendo che dipenda dallo sprigionamento tumultuoso di gas, e specialmente dall'azoto o dall'acido carbonico, i quali assumerebbero bruscamente lo stato gasoso per effetto d'un'immediato minoramento della pressione atmosferica.

Ma la caloricità delle acque termali, che fu argomento degli studj dei più grandi filosofi e naturalisti, finora non venne bastevolmente chiarita, e dal complesso degli studj fatti non emersero che congetture, o teorie più o meno ingegnose. Fra le quali queste tre hanno in loro appoggio dei fatti, e sono:

1.° Quella che ammette per causa della caloricità delle acque termali la vicinanza delle sorgenti ai focolari degli antichi vulcani, i quali nell'interno non sarebbero ancora affatto estinti;

2.° L'altra, che l'attribuisce al calor centrale della terra, il quale appalesasi crescente, in proporzione che si discende dagli strati superficiali verso il centro della terra;

3.° Infine quella che la fa dipendere dall'azione elettro-chimica, sempre operante nella natura.

La prima ipotesi si presenta quasi spontanea al pensiero, giacchè le sorgenti termali si osservano più frequenti nei terreni d'origine vulcanica; eppure tale coincidenza non avrebbe ottenuta che una limitata importanza, se Berzelius non l'avesse fatta rilevare col confronto di due grandi contrade, cioè l'Alvergna e la Boemia, ambedue certamente d'origine vulcanica, ed egualmente ricchissime di sorgenti termali. Ma se l'illustre chimico svedese dimostrò la frequenza delle fonti termali in quelle regioni, la loro somma analogia di composizione ed i loro rapporti coi caratteri geologici dei terreni dai quali sgorgano, e che questi fatti non erano meramente fortuiti, ma bensì legati da una reciproca dipendenza; tuttavia non giunse a generalizzare la causa che li mette in azione.

In vero, qualunque efficacia si voglia attribuire al focolare d'un vulcano sul riscaldamento della sorgente, la cui acqua attraversa il terreno posto nella sfera di sua azione calorifera, questo fatto non sarebbe che parziale, e non presenterebbe nulla che potesse conciliarsi coll'universalità del fenomeno della caloricità delle acque termali; ed almeno bisognerebbe convenire che non può essere la causa universale della caloricità, non potendo applicarsi a quelle acque che sgorgano dai terreni che nulla presentano d'origine vulcanica. Sarebbe dunque mestieri ricorrere ad altra causa più generale, onde avere una spiegazione più plausibile e più universale; e questa presentasi nel calore centrale della terra. Le due ipotesi non essendo incompatibili, si possono ammettere simultaneamente, e ciascuna acquista preponderanza secondo le condizioni geologiche e la natura dei terreni dai quali l'acqua termale sgorga.

La congettura dell'esistenza d'un focolare calorifero nell'interno del nostro pianeta, risale alla più remota antichità, ma venne dappoi quasi dimenticata, fino a che apparve la teorica di Buffon, convalidata dalle osservazioni termoscopiche fatte nelle gallerie delle miniere, ma più specialmente nella traforazione dei pozzi artesiani; donde s'ebbe a verificare che la temperatura degli strati terrestri va uniformemente aumentando, a misura che si discende verso il centro della terra. Questo fatto richiamò a vita la ipotesi antica, che la caloricità delle fonti termali fa dipendere dal calore centrale della terra.

Ma ciò non vale riguardo a tutte le altre condizioni che accompagnano la termalità, cioè la mineralizzazione e le sue modificazioni. Per supplire in qualche modo a siffatta lacuna s'ebbe ricorso alle chimiche reazioni, in cui avvi sempre sprigionamento di calorico nella produzione di nuove combinazioni, le quali dappoi discioglierebbersi nell'acqua, cosicchè queste nel tempo stesso assumerebbero i caratteri di termali e minerali. In questa ipotesi la costanza dei mineralizzatori e delle loro proporzioni in ciascuna sorgente, implicherebbe la costanza della temperatura; perchè questa sempre dipende dalle chimiche reazioni che hanno prodotti i primi.

Ma la frequenza delle termali semplici presenta un grave imbarazzo all' ammissione di tale ipotesi; nullameno, secondo alcuni, basterebbe a renderla ammissibile, il supporre che le chimiche reazioni produttrici del calorico, si operino fra materie non molto lontane dalla corrente dell'acqua, che sarebbe puramente riscaldata ad una data distanza, per la semplice trasmissione del calorico, senza ricevere i prodotti della chimica reazione.

Ma benchè ingegnosissima sia tale supposizione, non merita maggior fiducia; mentre non si può concepire che con somma difficoltà, come le chimiche reazioni possano perdurare lungo tempo, e con attività bastevole a rendere imperturbabile lo sgorgamento delle fonti termali, sotto un costante volume, grado di temperatura e di chimica composizione; le quali sono le tre condizioni caratteristiche delle fonti di cui ragioniamo.

Ciò che vediamo tuttodì avvenire nelle fonti vicine a vulcani in attività, dimostra l'importanza dell'indicata objezione. Infatti, vi si trovano molte sorgenti termali, notevolissime per la variazione sì della temperatura, sì della composizione; variazioni che seguono le fasi dell'andamento del lavoro vulcanico da cui dipendono, e le quali dovrebbero essere inseparabili nell' ipotesi che la sorgente calorifera fosse dipendente dalle chimiche reazioni. Un'altra importantissima objezione è la somma sproporzione fra il grado d'elevazione della temperatura di molte acque termali, e la quantità piccolissima delle sostanze mineralizzatrici in esse contenute, e quindi necessariamente prodotte da una azione chimica limitatissima, e non sufficiente a sprigionare calorico bastevole a portare l'acqua termale al grado di temperatura che appalesa.

La stessa objezione vale, e fors' anche con più ragione, per quelli che ammettono come causa della caloricità delle termali la combustione delle piriti o solfuri metallici, e quella degli strati carboniferi, che si opera nelle viscere della terra, le quali combustioni non sono che chimiche reazioni.

Le riferite ipotesi sembrano dunque insufficienti a spiegare il fenomeno. Vediamo se meglio risponde quella che attribuisce la caloricità non solo, ma anche la mineralizzazione alle correnti elettro-chimiche; ipotesi molto apprezzata da Anglada, e la quale acquista grande probabilità sì dall'osservazione, che dimostra l'elettricità siccome una delle forze generali della natura; sì perchè rende ragione di tutti i fenomeni che si osservano nelle fonti termali. In alcuni strati della crosta terrestre si riscontra una disposizione analoga a quella degli apparati elettromotori, ciò che dà argomento d'ammetterne dei simili anche nell'interno del globo. Humbold già da molti anni notò una di tali disposizioni nella Franconia, costituita da stratificazioni di clorite schistosa e da serpentino, e siffatto accoppiamento mineralogico era proveduto di polarizzazione elettro-magnetica, indipendente dalle correnti elettro-magnetiche terrestri. Lo stesso sommo naturalista e molti altri, cui fra l'amico suo Bonpland, constatarono in altre località l'esistenza di simili apparati elettro-chimici naturali. Queste naturali disposizioni, capaci d'eccitare energiche correnti elettro-chimiche, si devono verificare in natura pel mutuo accoppiamento mineralogico, e così generarsi non pochi focolaj d'elettricità; a questi, oltre ad altri fenomeni, potrebbe attribuirsi anche la genesi delle fonti termali.

L'autore dell'articolo *Eaux thérmales* precitato crede che quest'ipotesi possa rendere ragione, meglio d'ogni altra, sì della genesi delle acque termali, che del complesso dei

fenomeni da esse presentati, cioè, 1.° della loro caloricità; 2.° della loro frequenza in date contrade più che in altre; 3.° della costanza ed uniformità della temperatura di moltissime fonti termali; 4.° della loro stabilità nella chimica composizione; 5.° della particolare origine d'alcuno dei loro componenti; ed infine, della variazione ed alterazione alle quali alcune sorgenti possono andare soggette.

Tali considerazioni crediamo cosa utile comprendere in questo lavoro.

1.° *Della caloricità delle acque termali.*

Dopo la scoperta delle batterie voltaiche si riconobbe che questi apparati erano capaci di svolgere tal copia di calore, non solo bastevole a portare i liquidi all'ebollizione, ma bensì a determinare la fusione dei solidi, e la loro incandescenza; e che l'energia dell'azione si poteva aumentare a piacere, in ragione diretta dell'estensione delle superficie delle coppie costituenti gli apparati.

È facile il concepire qual estensione di superficie possono presentare i grandi apparati della natura, ed in conseguenza dedurne la loro energia.

2.° *Della frequenza delle fonti termali in date contrade.*

Si osservano le fonti termali frequentissime in alcune contrade, ed all'opposto rarissime in altre; ciò potrebbe essere, nel primo caso, l'effetto della vicinanza d'apparati elettro-motori naturali, e della loro mancanza nel secondo caso; e per tal modo la causa produttrice il fenomeno sarebbe circoscritta ad una determinata località. Questa condizione locale potrà essere chiarita dagli studj geologici.

3.° *Della costanza ed uniformità della temperatura.*

Il fenomeno più sorprendente nell'istoria delle fonti termali si è, che moltissime di esse, da tempi immemorabili, conservano lo stesso grado di temperatura. Di ciò non potrebbe dar ragione la pila secca del Zamboni, e gli altri apparati voltaici più recenti, capaci d'un'azione lenta, e duratura per un tempo indeterminato? E la natura non dovrà certamente possedere apparati migliori, più duraturi e potenti di quelli che sa preparare l'arte?

4.° *Della stabilità della chimica composizione delle acque termali.*

L'ipotesi dell'elettricità dà ragioni soddisfacenti intorno ad altre proprietà delle acque termali, e specialmente riguardo alla costante loro composizione chimica. Infatti, quando si ammetta che la natura dei componenti e la stabilità delle loro proporzioni dipendano dalla stessa causa, cioè dall'azione elettro-chimica, questa, producendo lo sprigionamento del calorico, che innalza la temperatura, dev'anche produrre la perennità della genesi dei principj mineralizzatori che si trovano disciolti nell'acqua termale.

5.° *Dell'origine d'alcuni principj speciali delle acque termali.*

Molte fonti termali contengono delle sostanze speciali, caratteristiche, che, per la attitudine loro elettro-negativa od elettro-positiva, palesano essere state separate da qualche combinazione mercè della forza elettro-chimica. Infatti le acque termali acidule dei terreni vulcanici presentano l'acido carbonico libero a canto ai carbonati alcalini; e le termali solforose a canto all'acido solfidrico libero offrono i solfidrati alcalini. L'analisi scoprì combinazioni analoghe anche nell'acque termali ritenute come semplici, cioè la presenza d'un acido fugace a canto d'un alcali pressochè libero.

Quest'osservazione fa nascere il desiderio che, per l'avvenire, nell'analisi delle acque

termali si determini se tale o tale principio possa riguardarsi siccome separato da una combinazione mercè della sola influenza della corrente elettrica. Allora gli altri principj esistenti nell'acqua sarebbero da considerarsi come prodotti dall'azione solvente dell'acqua stessa, coadjuvata dal calorico, sopra i principj preesistenti nel terreno dall'acqua percorso.

6.° *Delle variazioni cui alcune fonti termali andarono o vanno soggette.*

Se l'ipotesi del calore centrale della terra può rendere ragione della perennità dello sgorgamento delle acque termali ad un costante grado di temperatura, non può egualmente rendere quella dei cangiamenti subitanei e accidentali e passeggieri, che sì di frequente si osservarono in alcune fonti termali; locchè invece si chiarirebbe ammettendo l'intervento delle correnti elettro-chimiche. Infatti una termale può infreddarsi, o, viceversa, una fonte fredda farsi termale, secondo che si sarà sospesa o riattivata l'azione elettro-chimica da cui dipende la caloricità.

Tale spiegazione diventa più fondata quando si osserva, che il maggior numero di siffatte alterazioni coincide coi grandi terremoti, cosicchè la causa della caloricità delle fonti deve avere una grande relazione con questi fenomeni imponenti della natura, nei quali l'elettricità deve avere tanta parte. La storia ricorda infatti che una delle sorgenti termali di Carlsbad infreddò dopo un terremoto. Lo stesso avvenne nel 1660 di quelle del Bigorre e d'Aix nella Savoja, all'epoca del celebre terremoto di Lisbona.

Le accennate ipotesi assumeranno maggiore o minore probabilità quando verranno apprezzati i rapporti e le diverse circostanze nelle quali possono trovarsi le fonti termali. Quella che attribuisce il calore delle acque minerali a quello proprio degli strati terrestri da cui provengono, condurrebbe a ritenere che le sorgenti sieno tanto più calde, quanto più escono a minore altezza, vale a dire, quant'è minore lo spazio dall'acqua percorso, dal punto del suo riscaldamento a quello in cui giunge a contatto dell'aria; e questo rapporto di temperatura può approssimativamente servire a misurare il livello del luogo ove si trovano le loro polle. Anglada, nelle osservazioni sulle fonti termali dei Pirenei orientali, ne trovò alcune che sembravano appoggiare siffatta congettura, ed altre smentirla; tuttavia è d'avviso che, mediante moltiplicate osservazioni di tal genere, si possa giungere a determinare la differenza di livello del luogo da cui l'acque termali emergono.

CAPITOLO II.

Le acque minerali studiate sotto il rapporto della composizione chimica, o Idrologia chimica.

> Conoscere la composizione d'un'acqua minerale è prevenire in qualche modo l'esperienza.
> BERGMANN.

Le acque minerali, in generale, presentano una composizione chimica limitata, sì pel numero dei componenti, sì per le loro proporzioni. Infatti l'analisi finora non vi trovò che alcuni pochi acidi e basi allo stato libero, o le loro combinazioni, cioè i sali, e delle

combinazioni aloidee dei metalli alcalini, alcalino-terrosi e terrosi. Ne segue che i principj mineralizzatori delle acque medicinali si riducono

1.° ad alcuni gas, che si sprigionano allo sgorgare dell'acqua dal terreno, ovvero sono in parte ritenuti da essa, in ragione della reciproca affinità;

2.° ad un limitato numero d'acidi a basi libere;

3.° alle combinazioni di essi acidi colle basi, costituenti i sali;

4.° all'unione binaria del cloro, del bromo, del jodio e del solfo coi metalli alcalini, alcalino-terrosi e terrosi;

5.° infine a materie d'origine organica.

a) Gas esistenti nelle acque minerali.

I gas permanenti più comuni che esistono nelle acque minerali sono l'azoto, l'ossigeno, l'aria atmosferica; rarissimo l'idrogeno, sì puro che carburato o fosforato.

Azoto. — La presenza dell'azoto venne dimostrata nelle sorgenti dei Pirenei, in quelle della Svezia e di altre regioni; ed al tumultuoso suo sprigionamento, come già avvertimmo, si attribuisce l'apparente ebollizionine d'alcune fonti termali.

Proprietà. — L'azoto è un gas permanente, incoloro, inodoro, estingue i corpi accesi e gli animali che vi s'immergono. Quando si fa passare una corrente di scintille elettriche nella mischianza umida d'azoto e d'ossigeno, si genera dell'acido azotico, facilmente riconoscibile. Questo gas, nelle acque minerali, sembra prodotto dalla deossidazione dell'aria atmosferica, operata nelle viscere della terra pel contatto dell'aria con materie avide d'ossigeno, quali sono i solfuri metallici o le piriti.

Ossigeno ed aria atmosferica. — Le analisi delle acque dimostrarono che queste contengono sempre un'aria più ossigenata della comune, e si è verificato che l'ossigeno le rende più digeribili.

Proprietà. — L'ossigeno è un gas permanente, insipido, inodoro; sostiene la combustione e la respirazione, ravviva la combustione ne' corpi di recente estinti. Misto all'azoto costituisce l'aria atmosferica, ed è separabile da questa mercè del fosforo, che se lo appropria per formare l'acido fosforoso, ch'è assorbito dall'acqua, e così rimane l'azoto puro.

Idrogeno e gas idrogenati. — La presenza dell'idrogeno, sì puro che combinato col carbonio e col fosforo, nelle acque minerali è rarissima, ed in generale non ammessa; è però accertata la presenza d'un gas infiammabile nella sorgente della Poretta negli Stati della Chiesa.

b) Acidi esistenti nelle acque minerali.

Gli acidi scoperti dall'analisi nelle acque minerali, e per lo più allo stato di combinazione salina, sono, tra i più comuni, gli acidi carbonico, solfidrico, solforoso, solforico, cloridrico; e tra i più rari gli acidi borico, azotico, fosforico, arsenioso, arsenico e silicico. Indagheremo anzi tutto la genesi dei più importanti e frequenti.

Acido carbonico. — Quest'acido esiste nelle acque minerali anche allo stato libero, e costituisce allora la classe delle acque acidule o gasose. Esso proviene principalmente da due sorgenti; la prima è la combustione e la fermentazione spontanea, alla quale vanno soggette le masse carbonifere e le materie organiche di cui abbondano gli strati della crosta terrestre; la seconda è la reazione degli acidi più forti, quali sono il solforico

e il cloridrico, sui carbonati calcari, magnesiaci e ferrosi, dei quali abbonda la crosta terrestre. Non va dimenticato per altro, che l'acido carbonico può essere prodotto dall'elevazione della temperatura, alla quale si possono trovare esposti i carbonati nelle viscere della terra.

Acido solfidrico. — L'acido solfidrico può essere generato dalla putrefazione delle materie organiche, contenenti il solfo; ovvero dalla contemporanea scomposizione dell'acqua e dei solfuri o piriti metallici, molto più se tale scomposizione viene coadjuvata dall'intervento dell'acido solforico o cloridrico. L'acido solfidrico costituisce la classe delle acque solforose od epatiche.

Acido solforoso. — Quest'acido è generato dalla diretta combustione del solfo, a spese dell'ossigeno atmosferico.

Acido solforico. — L'acido solforico, o risulta dalla successiva ossidazione dell'acido solforoso, operata dall'intervento simultaneo dell'ossigeno e del vapore acqueo; ovvero è prodotto dalla lenta mutazione dei solfuri metallici, operata dalla scomposizione dell'acqua, i cui elementi generano contemporaneamente l'acido solfidrico ed i solfati metallici; cioè, l'idrogeno dell'acqua si unisce a porzione di solfo e produce il primo, mentre l'ossigeno ossida il metallo e si combina col solfo, producendo l'acido solforico, il quale alla sua volta combinasi coll'ossido metallico, generando un solfato.

Acido cloridrico. — La formazione dell'acido cloridrico è determinata dall'azione dell'acido solforico sui cloruri metallici, e sopratutto sul cloruro sodico, più universalmente sparso nella natura.

Gli acidi fluoridrico, bromoidrico e jodidrico hanno pure un'analoga genesi, cioè sono prodotti dall'azione dell'acido solforico sopra i fluoruri, i bromuri e i joduri.

Acido silicico. — La genesi dell'acido silicico e il suo modo d'esistere nelle acque minerali non sono ben chiari; ma sembra che vi si trovi allo stato di silicato basico.

Oltre l'indicate provenienze degli acidi liberi esistenti nelle acque minerali, un'altra, che si può applicare anche alle basi, sarebbe l'azione delle correnti elettro-chimiche, le quali operano la scomposizione dei sali, che avvertimmo discorrendo della caloricità.

c) *Basi esistenti nelle acque minerali.* — Le basi più comuni che l'analisi finora rinvenne nelle acque minerali sono la soda, la calce, la magnesia e l'ossido ferroso: più rare, la potassa, la litina, l'allumina, la strontiana, la barite, l'ossido di zinco, di rame, di manganese, e l'ammoniaca. Pochissime esistono allo stato libero, e fra queste notasi la soda; allora l'acqua è detta alcalina.

d) Sali rinvenuti nelle acque minerali. — Le combinazioni degli acidi e delle basi sopra indicate danno origine a tutti i sali che l'analisi chimica finora scoprì nelle acque minerali. I più comuni sono i carbonati, i solfidrati ed i solfati; meno comuni gli azotati, i fosfati, ec., i borati a base di soda, di calce, di magnesia, d'ossido ferroso; molto rari quelli a base di potassa, di litina e d'allumina.

I carbonati di calce, di magnesia e d'ossido ferroso si trovano disciolti nelle acque allo stato di bicarbonati, mercè dell'acido carbonico libero, ed è perciò che l'acque mineralizzate da questi sali si fanno torbide colla ebollizione, perchè questa elimina l'acido carbonico solvente, e riporta i bicarbonati allo stato di carbonati semplici, insolubili nell'acqua.

Il carbonato sodico è il solo che trovasi nelle acque minerali con eccesso di base; allora le acque hanno reazione alcalina, e una porzione di soda è riguardata siccome libera. Il carbonato di litina è rarissimo; il chiarissimo dottor Cenedella lo rinvenne nella minerale gasosa di Torre Belvicino; i carbonati di barite e di strontiana sono ancora più rari.

I sollidrati di soda, di calce e di magnesia si rinvengono in tutte le acque solforose, dette *epatiche*, riconoscibili all'odore d'ova fracide ed al tingere in bruno nero la carta imbevuta in una soluzione d'un sale di piombo; i sollidrati passano facilmente in solfati.

Frequentissimi sono i solfati di soda, di calce e di magnesia, ma non comuni quelli d'allumina e di ferro, eccetto quest'ultimo nelle vicinanze dei vulcani e delle miniere piritose; rarissimo è il solfato di protossido di manganese.

Gli azotati, rare volte rinvenuti nelle acque minerali, sono il potassico e il sodico, e più di rado il calcico ed il magnesico.

I fosfati sono anch'essi rarissimi, e si riducono al sodico ed al potassico.

I borati finora rinvenuti sono quelli d'ammoniaca e di soda; i silicati non vennero ben determinati.

e) Combinazioni degli aloidei. — Risultano dall'unione del cloro, del bromo, del jodio e del fluoro coi metalli alcalini, alcalino-terrosi e terrosi. I cloruri, i bromuri e i joduri di sodio, di potassio, di calcio e di magnesio sono comunissimi nelle acque minerali, e costituiscono la classe delle acque saline, che hanno per tipo l'acqua del mare. Il cloruro sodico è il principio dominante, e non va mai disgiunto da traccie di bromo e di jodio, o di bromuri e joduri delle stesse basi.

f) Materie d'origine organica. — Finora sono poco conosciute. La chimica ne rinvenne alcune fonti, ora di natura animale, di composizione e proprietà analoghe a quelle dell'osmazoma; ora di natura vegetabile, resinosa, gommo-resinosa, bituminosa, ed anche simile a quella degli olj essenziali.

Berzelius scoprì nelle acque della Boemia due acidi azotati, combinati coll'ossido ferroso: ed in quelle della Svezia li trovò uniti alla litina; tali acidi vennero dall'illustre chimico svedese chiamati *crenico* l'uno ed *ipocrenico* l'altro, da $\chi\rho\acute{\eta}\nu\eta$, fontana.

Anglada rinvenne nelle acque dei Pirenei una materia d'origine organica, mucosa, che dall'aspetto suo denominò *glairina* (*glaire*, catarro). Altri chimici la riguardarono siccome composta di due sostanze organiche distinte, l'una d'origine vegetabile, l'altra animale; alla prima diedero il nome di *glairidina*, ed alla seconda quello di *zoodina*.

Ma se la chimica ha fatto qualche passo nello studio delle materie organiche che possono esistere nelle acque minerali, essa non ha nulla di più incerto, che la determinazione delle materie organiche disciolte nelle acque potabili, quando queste non siano riconoscibili all'odore ed al sapore disgustoso. Che se trattasi di riconoscere una materia deleteria, d'origine organica animale, non sensibile ai caratteri fisici, la chimica finora non possiede alcun reattivo atto a scoprirla, e si trova nella stessa condizione in cui è riguardo ai contagi sparsi nell'aria, la quale, sottoposta alle indagini più delicate e meglio dirette, finora non si comportò altrimenti che quella più pura dei monti.

Dei depositi delle acque minerali.

Altri fenomeni degni d'osservazione, e d'essere ricordati nella storia delle acque minerali, sono i depositi e i fanghi da esse lasciati, mediante la successiva precipitazione d'alcune sostanze che tenevano disciolte o sospese. Ciò ha luogo o per la perdita del solvente, o per l'evaporazione dell'acqua. Il solvente è per lo più l'acido carbonico, o l'acido solfidrico. A questa causa devesi la produzione d'alcuni terreni di sedimento, sui quali riposano intere contrade. Il travertino delle vicinanze di Tivoli ripete siffatta genesi, e prestò e presta il materiale più usitato nelle costruzioni romane. Molti di questi depositi sembrano avere cangiata la loro primitiva composizione, perchè negli antichi l'analisi trova abbondare la silice, mentre ne' moderni abbonda la calce.

L'acque sature di carbonati terrosi, ritenuti disciolti dall'acido carbonico, sono quelle che somministrano le concrezioni conosciute coi nomi di *stalagmiti*, di *stalattiti*, d'*alabastro calcare*, ec. Tali deposizioni calcari hanno luogo, come avvertimmo, per la lenta perdita dell'acido carbonico solvente; ossia pel cangiamento del bicarbonato calcico in carbonato neutro insolubile, il quale non di rado si depone sopra gli oggetti coi quali l'acqua calcare giunge a contatto.

I depositi incoerenti dei bacini delle acque minerali prendono il nome di *fanghi*. Questi si compongono di tutte le sostanze fisse che l'acqua teneva in sospensione, ovvero disciolte mercè d'un acido volatile o di sostanze scomponibili dall'azione degli agenti atmosferici, come i carbonati ed i solfidrati. Ad essi vuolsi aggiungere quelli provenienti dalla scomposizione degli avanzi vegetabili e delle sostanze vegeto-animali, che si generano principalmente nelle acque stagnanti, dette morte; cosicchè i fanghi sono quasi sempre solforosi, 1.° perchè le materie vegeto-animali putrefacendo, generano acido solfidrico; 2.° perchè se contengono dei solfati, questi vengono a poco a poco decomposti dall'idrogeno nascente, e riportati allo stato di solfuri, con produzione d'acido solfidrico e di solfidrati.

In queste spontanee e lente alterazioni si sprigionano dunque dei gas idrogenati, solforati e carburati; si generano sali ammoniacali, e l'ossido ferroso si depone allo stato di ferro limoso, e qualche volta di ferro solforato. Tali sostanze danno ragione delle proprietà medicinali attribuite ai fanghi.

Dell'analisi delle acque minerali.

L'analisi d'un'acqua minerale, come di qualunque altra sostanza, ha per iscopo di determinare le materie, lo stato e la quantità di esse che contiene disciolte o combinate, e dalle quali ripete le proprietà medicinali specifiche, che la distinguono dalle altre.

Nelle scienze naturali descrittive, i caratteri che servono a classificare ed a specificare i corpi sono presi quasi esclusivamente dalle proprietà fisiche; ma non bastano nell'analisi chimica, e bisogna ricorrere alle proprietà chimiche, vale a dire al modo col quale i corpi, posti a reciproco contatto, reagiscono gli uni sugli altri. Ne segue che, esponendo la storia dell'analisi d'un'acqua minerale, si deve far precedere la

sua descrizione fisica, notando in essa distintamente tutte le proprietà fisiche; indi accuratamente descrivere le reazioni od i fenomeni che determinarono al contatto di essa i corpi conosciuti col nome di reattivi. Queste reazioni costituiscono appunto i caratteri chimici, sui quali è stabilita l'analisi qualitativa.

Importa assaissimo, nella storia analitica delle acque minerali, far precedere l'indicazione geologica del terreno da cui sgorgano, che, come dicemmo, può avere tanta parte nella loro composizione chimica.

L'analisi dividesi in qualitativa ed in quantitativa. Nella prima si ha per principale scopo di rendere palesi, pei caratteri chimici distintivi, le sostanze che possono trovarsi nell'acqua che si analizza; e l'esame si limita a stabilire il loro numero e la natura. Nella seconda si ricorre ai metodi più esatti e certi, per isolare una ad una le sostanze scoperte dall'analisi qualitativa, e verificare rigorosamente le quantità o proporzioni di ciascuna. I prodotti dell'analisi si dicono componenti delle sostanze analizzate.

L'analisi qualitativa deve sempre precedere la quantitativa, di maniera che la prima non è mai certa se non viene confermata dalla seconda, la quale isola i componenti, li riconosce diligentemente, li pesa separatamente, e la loro somma complessiva, meno qualche frazione centesimale, deve dare il peso totale dell'acqua sottoposta all'analisi.

Il metodo da seguirsi nell'analisi delle acque minerali, più opportuno perchè comprende nel tempo stesso la qualitativa e la quantitativa, è il seguente, che divideremo in tante parziali ricerche, quante sono le sostanze che l'analisi finora ha rinvenute nelle acque minerali.

§ 1.° *Ricerca dei gas permanenti.*

Per determinare i gas s'introduce una determinata quantità d'acqua minerale in un matraccio, al collo del quale si connette un tubo di vetro ricurvo, che dev'essere ripieno della stessa acqua, ed assicurato al collo del matraccio con turacciolo. In pari tempo si dispone sulla piccola vasca a mercurio la campanella graduata, ripiena dello stesso metallo, e nella quale s'introduce una piccola quantità d'olio fino. Sotto la campanella si fa passare l'estremità del tubo ricurvo, che parte dal matraccio. Riscaldata l'acqua del matraccio, il gas è da essa eliminato, e va a raccogliersi nella campanella, misto ad una data quantità di vapore acqueo, che si condensa, e trovasi separato dal gas per lo strato d'olio che non lo assorbe.

Raccolto in tal modo il gas, se ne determina la quantità dallo spazio che occupa nella campanella, tenendo a calcolo 1.° la temperatura, 2.° la pressione atmosferica, 3.° il livello interno ed esterno del mercurio.

Vedemmo che i gas permanenti, che possono esistere nelle acque minerali, sono l'ossigeno, l'azoto e l'aria atmosferica. L'ossigeno è determinato con uno dei metodi eudiometrici; a tale intento è preferibile valersi del fosforo. Si fa dunque giungere a contatto del gas raccolto nella campanella un pezzetto di fosforo; questo abbrucia lentamente, assorbendo l'ossigeno e mutandosi in acido fosfatico, che è assorbito dall'acqua. Quando il fosforo non manda più luce nell'oscurità, e il mercurio non ascende più nella cam-

panella ad occupare lo spazio che occupava l'ossigeno, da quest' ascensione si deduce la quantità dell' ossigeno esistente nell' acqua analizzata. L'azoto non è assorbito dal fosforo, cosicchè, se fosse puro, non vi sarebbe ascensione di mercurio. L'aria atmosferica essendo formata di 21 d'ossigeno e di 79 d' azoto, ed il primo essendo assorbito dal fosforo, si ha quindi un proporzionale assorbimento, indicato dall'ascensione del mercurio (1).

§ 2.° *Ricerca e determinazione degli acidi gasosi carbonico e solfidrico.*

Il metodo più facile per determinare e calcolare con precisione anche le minime quantità di questi acidi, si allo stato libero che a quello di combinazione colle basi, consiste, nel primo caso, nell'eliminare dall'acqua minerale l' acido gasoso mercè della bollitura, e raccoglierlo nell'acqua distillata, in cui trovisi disciolta una sostanza colla quale l'acido possa entrare in combinazione, e generare un prodotto solido ed insolubile nell'acqua, ben conosciuto pei suoi caratteri e per la sua composizione atomica; nel secondo, nello scomporre la combinazione salina, mercè di un acido più forte, colla bollitura eliminando poi dall'acqua l'acido gasoso fatto libero, e raccogliendolo nel modo anzidetto.

1.° *Acido carbonico.* — Per determinare quest'acido, lo si fa entrare in combinazione coll'ossido baritico, col quale dà il carbonato baritico neutro, insolubile nell' acqua; sale ben caratterizzato, e d'una composizione atomica certa, che è di

ossido baritico	grani 77, 59
acido carbonico	» 22, 41
	100, 00

Allora, dalla quantità del carbonato baritico ottenuto da una data quantità di acqua analizzata, col calcolo si ha quella dell'acido carbonico in essa esistente.

Metodo di operare. — Si versa in istorta di vetro tubulata una determinata quantità d'acqua minerale, esattamente pesata; il collo della storta s' immerge nell' acqua di barite (2), posta in recipiente di vetro, colla precauzione di privare l'aria della storta e quella del recipiente dall'acido carbonico, e d' intercettare la comunicazione con nuova aria esterna, che è sempre imbrattata d'acido carbonico. Nella tubulatura della storta s'innesta un tubo di vetro, terminato ad imbuto, che si fa pescare nell'acqua per qualche pollice, e si lutano le connessioni dell'apparato, munendo del tubo di sicurezza quella del recipiente colla storta.

a) Determinazione dell' acido carbonico libero. — Disposto nel modo indicato l' apparato, si porta l'acqua contenuta nella storta alla bollitura, che si mantiene per 10 a

(1) Secondo Dumas e Boussingault l'aria secca contiene in volume 20,8 d'ossigeno, 79,2 d'azoto.

(2) All'acqua di barite si può sostituire quella di calce, conoscendosi la composizione del carbonato di calce, ch'è di

ossido calcico . . .	56, 29
acido carbonico . .	43, 71
	100,00.

15 minuti, o fino a che ha luogo intorbidamento nell'acqua di barite; cessato il quale, si leva il recipiente, il carbonato baritico deposto si raccoglie sopra filtro tarato, si essicca e si ripesa il filtro, e dall'aumento del peso di esso si ha quello del carbonato baritico raccolto, e rappresentante l'acido carbonico libero che esisteva nell'acqua analizzata.

b) Determinazione dell'acido carbonico combinato. — Vedemmo che l'acido carbonico può trovarsi nelle acque minerali combinato cogli ossidi alcalini, cogli alcalino-terrosi e coi terrosi, ed anche con alcuni ossidi dei metalli propriamente detti; che la base alcalina più comune è la soda; che questa può esistere allo stato di carbonato neutro, e che le basi alcalino-terrose, terrose e l'ossido ferroso non esistono disciolti che allo stato di bicarbonati, mercè dell'acido carbonico libero. Per determinare l'acido carbonico combinato bisogna adunque decomporre i carbonati, adoperando un acido più energico di esso, e capace d'eliminarlo. A questo fine, separato l'acido carbonico libero, nel modo ora discorso, si cangia il recipiente, e sostituendo nuova quantità d'acqua di barite, si ricompone l'apparato, eliminando dall'aria l'acido carbonico, come si disse più sopra; ciò fatto, si versa, pel tubo di cui è munita la tubulatura della storta, una quantità d'acido cloridrico, sufficiente a mutare in cloruri i carbonati presenti nell'acqua. Nel momento in cui l'acido aggiunto arriva a contatto dei carbonati, si produce una più o meno viva effervescenza, in ragione della quantità dei carbonati che si trovano nell'acqua. Si porta allora l'acqua della storta all'ebollizione, che si mantiene per 10 a 15 minuti, dopo di che si raccoglie il carbonato prodotto nell'acqua di barite nel modo già indicato, e dal suo peso si deduce la quantità dell'acido carbonico esistente nell'acqua allo stato di combinazione colle basi. L'acqua di barite, dalla quale si è separato il carbonato baritico prodotto, deve rimanere sempre alcalina, ond'essere certi che non siasi prodotto del bicarbonato baritico solubile, ciò che renderebbe dubbio il risultato dell'esperienza.

2.° *Acido solfidrico.* — Quest'acido si determina nel modo indicato per l'acido carbonico, vale a dire, col fare entrare il solfo, che lo compone, in una combinazione stabile, insolubile nell'acqua, ben caratterizzata, e d'una composizione atomica ben definita, quale è quella del solfuro argentico, che è di

solfo	12, 96
argento	87, 04
	100, 00.

La quantità del solfuro argentico che si otterrà nell'analisi darà quella dell'acido solfidrico che esisteva nell'acqua analizzata, desunta dal solfo costituente il solfuro d'argento ottenuto, conoscendosi essere la composizione dell'acido solfidrico di

idrogene	5, 88
solfo	94, 12
	100, 00.

a) Determinazione dell'acido solfidrico libero. — Il metodo di operare è affatto simile al precedente, sostituendo all'acqua di barite l'acqua distillata, in cui trovisi disciolto azotato argentico bastevole a ritenere tutto il solfo componente l'acido solfidrico che può esistere nell'acqua da esaminarsi, colla precauzione di privare dell'ossigeno l'aria

dalla storta. Introducesi in istorta di vetro tubulata la quantità determinata ed esattamente pesata d'acqua da esaminare, ed innestasi nella tubulatura di essa il tubo di vetro terminato ad imbuto, che si fa pescare nell'acqua per tre pollici. Il collo della storta s'immerge per alcune linee nella soluzione dell'azotato argentico, contenuta nel recipiente.

Disposto così l'apparato, si porta l'acqua della storta all'ebollizione, che si mantiene per 10 a 15 minuti. Allora l'acido solfidrico passa, misto ai vapori acquei, nella soluzione dell'azotato argentico, a contatto del quale si decompone in acqua ed in solfuro argentico, insolubile nell'acqua, e che precipita allo stato di polvere nera. Raccogliesi questa su filtro tarato, e lavata ed essiccata, si pesa; e dal peso del solfo di cui si compone il solfuro d'argento, si ricava quello dell'acido solfidrico esistente allo stato libero nell'acqua analizzata.

b) Determinazione dell'acido solfidrico combinato. — Separato il solfuro argentico rappresentante l'acido solfidrico libero, si cangia il recipiente, o si aggiunge nuova quantità d'azotato argentico alla soluzione rimasta. Si versa dell'acido solforico allungato pel tubo che pesca nell'acqua della storta, e si porta alla bollitura. Allora l'acido solfidrico dei solfidrati è eliminato, e passando nell'acqua, in cui trovasi disciolto l'azotato argentico, si produce nuova quantità di solfuro argentico, che si raccoglie, nel modo sopra indicato, si lava, si essicca e si pesa; questo rappresenta l'acido solfidrico che esisteva allo stato di combinazione colle basi nell'acqua analizzata.

In questa reazione dell'acido solforico sopra i solfidrati può aver luogo un deposito di solfo nell'acqua della storta; in tal caso devesi raccoglierlo, diligentemente lavare, essiccare e pesare, onde riconoscere lo stato di solforizzazione in cui esistevano i solfuri solubili od i solfidrati solforati nell'acqua minerale.

§ 3.° *Ricerca e determinazione degli acidi solforoso, solforico, cloridrico, borico, silicico, e degli acidi dell'arsenico.*

a) Dell'acido solforoso. — Quest'acido si trova nelle acque minerali dei terreni vulcanici in attuale lavoro, e le quali non fanno parte di quelle propriamente dette medicinali.

L'acido solforoso è riconoscibile all'odore piccante di solfo in combustione, cangia in rosso il tornasole, scolorandolo in seguito; è poco stabile; disciolto nell'acqua, assorbe l'ossigeno dell'atmosfera, e si cangia in acido solforico; mescolato all'acido azotico, vi toglie porzione d'ossigeno, e passa in acido solforico. L'acque mineralizzate dall'acido solforoso, mescolate all'acido cloridrico, attaccano lo zinco, con isprigionamento d'acido solfidrico, che precipita i sali di piombo, generando il solfuro piombico, la cui composizione è di

piombo	86, 55
solfo	13, 45
	100, 00.

Dalla quantità e dalla composizione del solfuro piombico prodotto in questa reazione, conoscendosi la composizione dell'acido solforoso, si desume la quantità di questo

acido contenuta nell'acqua analizzata. La composizione dell'acido solforoso è di

solfo	50, 15
ossigeno	49, 85
	100, 00.

b) Dell'acido solforico. — L'acido solforico allo stato libero esiste nelle acque minerali dette vitrioliche o solfate, più o meno acide ai reattivi ed al gusto. La quantità dell'acido solforico libero è determinata dalla quantità graduata di soluzione di potassa o di soda necessaria alla compiuta saturazione dell' acido. L' acido solforico combinato è determinato dalla quantità del precipitato prodotto dalle dissoluzioni dei sali baritici, versate in quelle dei sòlfati solubili. In questa reazione si ha un precipitato anidro di solfato baritico, insolubile nell'acido azotico, la cui composizione è di

ossido baritico	65, 63
acido solforico	34, 37
	100, 00.

c) Dell'acido cloridrico. — L'acido cloridrico libero è rarissimo nelle acque minerali; combinato non esiste se non coll'ammoniaca, allo stato di cloridrato d'ammoniaca, la cui composizione è di

ammoniaca	31,81
acido cloridrico	68,19
	100,00.

La quantità dell'acido cloridrico libero è determinata da quella della dissoluzione normale della potassa o della soda necessaria alla neutralizzazione dell'acqua minerale.

d) Dell'acido borico. — Quest'acido è solido, cristallizza in isquame bianche, d'un lucido di perla, untuose al tatto, poco solubili nell'acqua, onde l'acque minerali che lo contengono allo stato libero, coll'evaporazione lo depongono cristallizzato.

Allo stato di combinazione, che d'ordinario è colla soda, si separa trattando l'acqua coll'acido solforico, in modo da renderla sensibilmente acida; allora l'acido borico precipita cristallizzato, si raccoglie, si essica e si pesa. L'acque mineralizzate dell'acido borico sono rarissime.

e) Dell'acido silicico. — Quest'acido, il cui modo d'esistere nelle acque minerali non è finora determinato, si ha per lo più dalla rimanenza del trattamento dell' acido cloridrico, dopo la separazione del solfato calcico. Acido silicico puro si ottiene trattando la detta rimanenza col doppio del proprio peso d'idrato potassico, in crogiuolo d'argento alla fusione ignea, con che si ha un silicato basico di potassa solubile. Lo si discioglie nell'acqua bollente, si filtra la soluzione, e la si tratta coll'acido cloridrico, in modo da renderla alquanto acida, e la si fa bollire per alcuni minuti; così si forma del cloruro potassico, che rimane disciolto, e dell'acido silicico, che si depone, si lava, si essica e si pesa. Quest'acido è una polvere bianca, ruvida al tatto, insolubile negli acidi, eccetto che nel fluoridrico.

f) Degli acidi dell' arsenico. — Nelle acque minerali l'arsenico può esistere allo stato d'acido arsenioso, od in quello d'acido arsenico, ma d'ordinario in quantità così

minime, da sfuggire ai reattivi più delicati. Marsh giunse alla scoperta d'un metodo, che porta il suo nome, mercè del quale si può scoprire la presenza di 0,000001 d'arsenico. Questo metodo è stabilito sui dati seguenti. Si abbia una mischianza d'acqua e d'acido solforico, in cui sia immersa una lamina di zinco purissimo; aggiungendo a questa il composto arsenicale solubile, si sprigiona nel tempo stesso l'idrogeno, come nella reazione ordinaria, e l'arseniuro triidrico, od idrogeno arsenicale, proveniente dalla reazione dell'idrogeno nascente sul composto arsenicale. L'arseniuro triidrico è decomposto dal calorico in idrogeno ed in arsenico metallico, anche se mescolato con grande quantità d'idrogeno. Mercè della combustione, in contatto d'un eccesso d'aria, si converte in acqua ed in acido arsenioso; ma se la combustione è operata in uno spazio ristretto, o s'abbassi la temperatura della fiamma, presentando a questa un corpo freddo, si produce dell'acqua, e sul corpo freddo uno strato d'arsenico metallico.

L'apparato di Marsh, il più semplice e nel tempo stesso il più comodo, consiste in una boccetta comune, a collo largo, contenente zinco puro in grossa limatura od in piccoli pezzetti; vi si accomoda un turacciolo di sughero con due pertugi, in uno dei quali s'innesta un tubo di vetro a largo diametro, terminato ad imbuto che giunge quasi al fondo della boccetta, e pel quale s'introduce la mischianza acida e la materia da esperimentare; nell'altro pertugio si fa entrare un tubetto quasi capillare di vetro, piegato ad angolo, affilato all'estremità, e pel quale esce il gas.

Carico l'apparato, si lascia uscire l'aria atmosferica che può contenere, e si accende il gas. Allora la fiammetta del gas idrogeno arsenicale è ricevuta sopra un corpo freddo, come un piatto di porcellana, che le si fa quasi lambire, e così infreddando, lascia su di esso un'impronta nera speculare, facile a riconoscersi per arsenico. Dirigendo la stessa fiamma in un tubo di vetro aperto ai due capi, sulle pareti interne del tubo si depone un intonaco d'acido arsenioso: e se il tubo è in posizione inclinata, in modo da essere lambito dalla fiamma, una porzione d'arsenico si depone allo stato metallico al luogo del contatto, e dall'altra parte in quello d'acido arsenioso.

Accertata così la presenza dell'arsenico nell'acqua minerale, rimane a determinarne le proporzioni. Il metodo di Lassaigne è il più spedito per riconoscere l'arsenico, e determinarne la quantità, in qualunque stato esista. Si evapora quasi a secco una determinata quantità d'acqua minerale, esattamente pesata; s'introduce la rimanenza, evitando ogni perdita, nell'apparato di Marsh, e si riceve il gas idrogeno arsenicale in una dissoluzione d'azotato argentico. Il sale d'argento viene così in parte ridotto dall'idrogeno, e l'arsenico mutato in acido arsenico dall'ossigeno dell'acido azotico. Quando si presume che tutto il gas idrogeno arsenicale sia passato (1), si separa col filtro l'argento ridotto, si lava, e la lavatura si unisce alla soluzione, dalla quale si precipita l'argento, che trovasi disciolto dall'acido azotico, col versarvi dell'acido cloridrico fino al cessare dal prodursi precipitato di cloruro argentico, che si separa mercè del filtro, si lava dappoi con

(1) Per determinare il tempo necessario alla compiuta separazione dell'arsenico, col metodo in discorso, si deve far precedere la combustione del gas arsenicale nell'aria, prodotto da identica quantità di materia, notando il momento in cui ebbe principio l'operazione, e quello nel quale cessò la fiammella di produrre la macchia arsenicale sulla superficie del piatto di porcellana.

acqua distillata, e la lavatura si unisce alla soluzione, aggiungendo un poco d'acido cloridrico, e si evapora il tutto fino a secco; il residuo è acido arsenico, dal cui peso si rileva la quantità dell'arsenico contenuto nell'acqua analizzata.

Meillet alla soluzione dell'azotato argentico sostituì l'acido azotico, che decompone l'idrogeno arsenicale, cangiando l'arsenico in acido arsenioso, che si ottiene cristallizzato coll'evaporazione dell'acido azotico.

§ 4.° *Ricerca e determinazione dei sali a base alcalina, alcalino-terrosa, terrosa, e metallica propriamente detta.*

Prima di procedere all'esame delle combinazioni saline esistenti in un'acqua minerale, si deve determinare la quantità complessiva delle materie fisse che si trovano nell'acqua che si analizza. Si pesa dunque esattamente una determinata quantità d'acqua, e la si evapora in vaso di porcellana, a temperatura non maggiore di 0+50° a 0+60°, tenendola coperta dalla polvere, dalla cenere e da ogni sostanza che vi potesse cadere. Mano mano che l'evaporazione progredisce, s'aggiunge nuova acqua, fino a che siasi tutta introdotta la quantità pesata. Nell'ultimo periodo l'evaporazione si opera a bagnomaria, fino al compiuto prosciugamento. Il residuo secco si pesa tosto e nello stesso vaso, prima che attragga l'umidità atmosferica, tenendo nota del peso. Si lava dappoi più volte coll'alcool di 36° di Beaumé, finchè questo liquido non ritragga più estraneo sapore nè colore; le soluzioni alcooliche riunite, contengono le sostanze solubili nell'alcool, cioè le materie d'origine organica, i cloruri, i bromuri, i joduri di sodio, di potassio, di calcio, di magnesio, e gli azotati di calcio e di magnesio. La rimanenza indisciolta dall'alcool si compone dei solfati, dei carbonati alcalini e terrosi, dell'ossido di ferro e dell'acido silicico. Tutte le dette sostanze vengono separate le une dalle altre coi metodi che anderemo esponendo.

I sali esistenti nelle acque minerali si dividono, per rapporto alle basi, in quattro serie; cioè, 1.ª, sali alcalini; 2.ª, sali alcalino-terrosi; 3.ª, sali terrosi, e 4.ª, sali metallici propriamente detti.

1.ª Serie. — *Sali alcalini.*

I sali di questa serie non sono precipitati nè dai carbonati solubili, nè dal cianoferruro potassico, nè dai solfuri solubili. Essa comprende i sali di potassa, di soda e di litina, che si riconoscono ai caratteri sottonotati.

a) Sali a base di potassa. — Gli acidi tartrico, fluoridrico, clorico, perclorico, ed il solfato allumico, aggiunti alle dissoluzioni concentrate dei sali di potassa, vi producono un precipitato poco solubile nell'acqua; cosicchè, concentrando un'acqua minerale contenente sali a base di potassa, mercè di questi reattivi si può accertarsi della loro presenza. Il bicloruro platinico precipita questi sali in giallo-pallido. L'acido carbazotico (acido picrico) vi determina un precipitato cristallino, poco solubile nell'acqua.

Quando si tratta di determinare la quantità della potassa esistente in un sale disciolto nell'acqua minerale, si concentra questa fino ad un dato punto, indi si versa in essa, a goccia a goccia, la soluzione del cloruro platinico, fino al cessare dal prodursi precipitato, ch'è il cloroplatinato potassico. Questo precipitato è giallo-pallido, insolubile nell'alcool, e appena solubile nell'acqua, richiedendosene 144 parti all'ordinaria temperatura.

Dalla quantità e dalla composizione del cloroplatinato potassico prodotto si ha quella della potassa esistente nel sale a base di quest'alcali che si trovava disciolto nell'acqua minerale analizzata: la composizione del cloroplatinato potassico è

platino	40,48
potassio	16,02
cloro	43,50
	100,00.

Alla quantità del potassio risultante, va aggiunta quella dell'ossigeno necessaria a portarlo allo stato d'ossido, la cui composizione è di

potassio	83,05
ossigeno	16,95
	100,00.

b) *Sali a base di soda.* — Le dissoluzioni dei sali di soda sono precipitate dalla soluzione del bi-meta-antimoniato potassico; quindi dalla quantità del precipitato prodotto, e dalla sua composizione si ha quella del sale di soda ch'era presente nell'acqua analizzata. Il bi-meta-antimoniato sodico consta di

ossido sodico	16,88
acido antimonico	60,55
acqua	22,57
	100,00.

c) *Sali a base di litina.* — Questi sali, in capo a qualche tempo, sono precipitati dal carbonato sodico, che produce il carbonato di litina, poco solubile. L'acido idrofluosilicico colle soluzioni dei sali di litina dà un precipitato bianco, poco solubile, ch'è il fluoruro litico, la cui composizione è

litio	25,57
fluoro	74,43
	100,00.

Dalla quantità del fluoruro litico prodotto nell'analisi, quando si conosca quella dell'ossido litico, si deduce quella del sale di litina esistente nell'acqua esaminata.

La composizione dell'ossido litico è

litio	44,55
ossigeno	55,45
	100,00.

La soluzione del fosfato sodico, versata in quella dei sali di litina a caldo, l'intorbida, e la mischianza, evaporata a secco, lascia una polvere bianca, che, lavata ed essiccata, è fosfato di litina, composto di

ossido di litio	28,79
acido fosforico	71,21
	100,00.

d) Sali a base d'ammoniaca. — La potassa, la soda e la calce, a contatto dei sali ammoniacali, sprigionano un gas alcalino, d'odore vivo e caratteristico, che è l'ammoniaca.

Per determinare la quantità del sale ammoniaco che può essere presente in una determinata quantità d'acqua minerale, si usa un apparato affatto simile al descritto per la determinazione degli acidi carbonico e solfidrico. Pel tubo di cui è munita la tubulatura della storta, nell'acqua in questa contenuta si versa una data quantità di soluzione d'idrato di potassa, avendo prima immerso il collo della storta nell'acqua distillata, resa acida con acido cloridrico puro. Portando l'acqua della storta alla bollitura, l'ammoniaca fatta libera, passa, coi vapori dell'acqua, nel recipiente, ove dall'acido cloridrico è ritenuta in istato di cloridrato.

Il cloridrato d'ammoniaca si ha allo stato concreto coll'evaporazione a bagno-maria, si essica, e dal peso e dalla composizione di esso, che indicammo già parlando dell'acido cloridrico, si ha la quantità dell'ammoniaca contenuta allo stato salino nell'acqua minerale analizzata.

2.ª Serie. — *Sali alcalini terrosi.*

I sali di questa serie, quando sono disciolti in molt'acqua, non sono precipitati dalle dissoluzioni del ciano-ferruro potassico, nè dall'acido solfidrico, nè dai solfuri solubili, nè dall'ammoniaca. In questa serie si comprendono i sali di barite, di strontiana e di calce.

a) Sali di barite. — Nelle dissoluzioni dei sali di barite l'acido solforico e le soluzioni dei solfati solubili, anche allungatissime, vi determinano un precipitato bianco, insolubile nell'acido azotico, ch'è solfato baritico, la cui composizione, come già avvertimmo, è di

ossido barico	65,63
acido solforico	34,37
	100,00.

I sali di barite sono rarissimi nelle acque minerali, e finora in esse non si rinvenne che il bicarbonato. La quantità della barite è determinata da quella del solfato prodotto.

b) Sali di strontiana. — Questi sali non sono precipitati dall'acido idrofluosilicico, nè dai solfazotati, che precipitano i sali di barite; ma lo sono dall'acido solforico, e dalle soluzioni dei solfati solubili, specialmente in presenza dell'alcool; però un'eccesso d'acqua vi discioglie il precipitato. Sono pure rarissimi nelle acque minerali, e la quantità loro è determinata nello stesso modo che accennammo pei sali baritici, cioè dalla composizione atomica e dalla quantità ottenuta del solfato di strontiana. La prima è di

ossido strontico	56,36
acido solforico	45,64
	100,00.

c) Sali a base di calce. — Le soluzioni dei solfati alcalini formano, in quelle dei sali di calce concentrate, un precipitato, che l'aggiunta d'una grande quantità d'acqua fa sparire, ma che ricompare per l'aggiunta dell'alcool. L'ossalato ammonico basico

produce, nelle soluzioni dei sali di calce, anche in presenza dei sali ammoniacali, un precipitato bianco, insolubile nell'acido acetico, e solubile nell'acido azotico, ed è l'ossalato calcico, composto di

ossido calcico	44,01
acido ossalico	55,99
	100,00.

La quantità dell'ossalato calcico prodotta dalla reazione dell'ossalato basico d'ammoniaca e la sua composizione, danno quella del sale calcare che può trovarsi disciolto in un'acqua minerale.

I sali di calce, che si rinvengono nelle acque minerali, sono il bi-carbonato calcico, e le combinazioni del calcio col cloro, col bromo e col jodio.

3.ª Serie. — *Sali terrosi.*

I sali di questa serie non sono precipitati nè dall'acido solforico, nè dalle soluzioni del ciano-ferruro potassico, ma bensì dall'ammoniaca; sono essi i sali di magnesia, d'allumina e di glucina.

a) *Sali a base di magnesia.* — L'aggiunta delle dissoluzioni dei bicarbonati alcalini a quelle dei sali magnesiaci, operando a freddo, non dà precipitato, ma questo compare se si riscalda la mischianza. Il fosfato di soda ammoniacale ed il fosfato ammonico basico disciolti, aggiunti alle soluzioni dei sali di magnesia, determinano un precipitato bianco, d'aspetto farinoso, ch'è il fosfato ammonico-magnesiano.

La quantità del fosfato ammonico magnesiano prodotto dai due reattivi indicati, e la di lui composizione, danno le quantità dei sali di magnesia che si possono trovare disciolti nelle acque minerali. Il fosfato ammonico magnesiano è composto di

ossido magnesico	16,26
ammoniaca	6,91
acido fosforico	29,13
acqua	47,70
	100,00.

b) *Sale d'allumina.* — I sali d'allumina sono precipitati dall'ammoniaca e dai bicarbonati alcalini; la soluzione del cianoferruro potassico non intorbida quelle dei sali d'allumina se non in capo a qualche tempo.

I sali a base d'allumina sono rarissimi nelle acque minerali; la loro quantità è determinata dal peso dell'allumina precipitata dall'ammoniaca, e privata dell'acqua d'idratamento per mezzo della calcinazione.

c) *Sali di glucina.* — Questi sali finora non si rinvennero dall'analisi nelle acque minerali.

4.ª Serie. — *Sali metallici propriamente detti.*

I sali metallici sono caratterizzati dalle seguenti proprietà: le loro basi, od ossidi metallici, sono per lo più precipitati dalle loro soluzioni da quelle della soda, della potassa e dall'ammoniaca, allo stato d'ossidi idrati; dall'acido solfidrico e dalle soluzioni dei solfuri solubili, a quello di solfuri insolubili; dalle soluzioni del cianoferruro potassico, allo stato di cianuri; ed infine dai carbonati alcalini.

Pochi sono i metalli allo stato salino, dalla chimica rinvenuti nelle acque minerali, e si riducono ad alcuni sali di ferro, di rame, di manganese e di zinco.

a) Sali a base di ferro. — Le soluzioni dei sali a base di sesquiossido di ferro sono precipitate in nero dall'acido solfidrico e dal solfidrato ammonico, in azzurro dal cianoferruro potassico, in azzurro nero dall'infuso della noce di galla, ed in rosso sangue dal solfo-cianuro potassico.

I sali di ferro esistenti nelle acque minerali sono per lo più allo stato di protossido, ma a contatto dell'aria passano rapidamente a quello di sali di sesquiossido, cosicchè il ferro nelle analisi delle acque è dosato allo stato di sesquiossido, e si precipita dalle dissoluzioni saline mercè dell'ammoniaca. Si pesa l'ossido ottenuto, dopo eliminata l'acqua colla calcinazione in crogiuolo coperto.

Nell'analisi delle acque minerali in cui il ferro trovasi allo stato di bicarbonato ferroso, si procede come segue. Eliminato l'acido carbonico solvente mercè della bollitura, i carbonati ferrosi e quello d'ossido di ferro rimangono indisciolti; si raccolgono e si ridisciolgono nell'acido cloridrico purissimo ed alquanto allungato d'acqua distillata. Si filtra la soluzione, rendendola neutra coll'ammoniaca; ciò fatto, si versa in essa a goccia a goccia la soluzione del succinato sodico, fino al cessare dal prodursi precipitato, che è succinato ferrico, e si presenta in fiocchi di colore fulvo. Colla bollitura del liquido in cui si è prodotto, e col successivo infreddamento e la quiete, esso si depone, e separatolo dalla soluzione, si essica e si calcina in piccolo crogiuolo di platino coperto; si ha così l'ossido di ferro magnetico, il cui peso dà quello del ferro ch'esisteva allo stato salino nella minerale analizzata.

Il carbonato ferroso è il più importante de' mineralizzatori delle acque minerali dette acidule, e si compone di

ossido ferroso	61,37
acido carbonico	38,63
	100,00.

Talune acque sono mineralizzate dal solfato ferroso (1), ed in alcuni depositi delle acque ferruginose si trova il ferro alla condizione d'arseniato basico di sesquiossido di ferro.

Osservazione. — La presenza dell'idrato di sesquiossido di ferro nel terreno percorso dalle acque arsenicali rende ragione della tenue quantità d'arsenico in esse rinvenuto, e perciò della loro innocuità.

b) Sali di rame. — Il rame è deposto dal ferro allo stato metallico; le soluzioni dei sali di rame sono precipitate in nero dall'acido solfidrico, in azzurro dalla soluzione della potassa (precipitato che si fa bianco coll'ebollizione), ed in bruno dalla soluzione del ferro cianuro potassico, che passa in azzurro coll'aggiunta dell'ammoniaca.

Rarissime sono l'acque minerali contenenti sali di rame, che per lo più sono i solfati. Queste acque sono velenifiche, e quindi da escludersi dalle minerali propriamente dette.

(1) Per esempio, quella della valle di Blenio.

La quantità del rame si determina dal peso dell'ossido di rame ottenuto dalla reazione della potassa sul sale di rame sottoposto alla bollitura.

c) Sali di manganese. — La presenza delle minime traccie d'un sale di manganese si scopre facendo bollire l'acqua, in cui se ne sospetta l'esistenza, con una mischianza d'acido piombico ed azotico. La soluzione prende al momento una tinta rossa, dovuta alla formazione dell'acido permanganico.

L'acque minerali contengono ben di raro sali a base di protossido di manganese, ed anche di carbonato, il quale può essere determinato privando dapprima l'acqua del ferro che può contenere, mercè della soluzione del succinato sodico, indi trattandola col cianuro potassico, che produce il cianuro magnesico, insolubile nell'acqua, e che, raccolto, lavato e calcinato, lascia per residuo l'ossido di manganese.

d) Sali di zinco. — Nelle soluzioni dei sali di zinco il solfidrato ammoniaco determina un precipitato di solfuro zincico bianco; le dissoluzioni della potassa e dell'ammoniaca danno luogo a un precipitato solubile in un eccesso di precipitante; e il cianidrato d'ammoniaca produce un precipitato bianco di cianuro zincico, insolubile nell'acqua, e dalla cui composizione e peso si può conoscere la quantità del sale di zinco esistente nell'acqua analizzata. La composizione del cianuro zincico è di

zinco	55,00
cianogeno	45,00
	100,00.

Alla quantità dello zinco che risulta contenersi nel cianuro prodotto, va aggiunta la quantità dell'ossigeno necessaria a portarlo allo stato d'ossido, quale si conteneva nel sale, e la cui composizione è di

zinco	80,13
ossigeno	19,87
	100,00.

L'acque minerali contenenti sali di zinco sono rarissime, e si può applicare ad esse ciò che esponemmo per quelle dei sali di rame.

§ 5.° *Ricerca e determinazione dei sali aloidei.*

Le combinazioni dei cloroidei esistenti nelle acque minerali dette saline sono i cloruri, i bromuri ed i joduri solubili; in queste combinazioni il metalloideo fa l'uffizio di acido, ed il metallo quello di base; esse vengono determinate nello stesso modo che abbiamo indicato, discorrendo degli ossidi basici.

1.° *Determinazione dei cloruri.*

Il cloro costituente i cloruri è sempre determinato portandolo allo stato insolubile di cloruro argentico; ciò si ottiene versando nella minerale la soluzione d'un sale d'argento, fino a che cessa dal produrre precipitato, che si raccoglie sopra filtro tarato, si lava con acqua distillata, si essica e si pesa (1).

(1) Vedremo in seguito che questo precipitato, per lo più, non è puro cloruro argentico, ma contiene più o meno bromuro e joduro dello stesso metallo.

Dal peso e dalla composizione atomica del cloruro argentico si deduce la quantità del cloro esistente nella minerale analizzata. La composizione del cloruro argentico è di

argento	75,27
cloro	24,73
	100,00.

Il cloruro argentico, al momento della precipitazione, si presenta simile al latte rappreso; si riunisce in seguito coll'agitazione in una massa fioccosa bianca, la quale non tarda molto a colorarsi in violetto, specialmente sotto l'influenza della luce solare, ed è compiutamente solubile nell'ammoniaca.

I cloruri si dividono, secondo la natura dei metalli coi quali il cloro si trova combinato, in cloruri alcalini, in cloruri alcalino-terrosi, in cloruri terrosi, e in cloruri metallici propriamente detti, nello stesso modo che si dividono i sali.

1.ª Serie. — *Cloruri alcalini.*

a) *Cloruro potassico.* — Questo cloruro cristallizza in cubi od in prismi rettangolari anidri. Esposto al calore rosso, si fonde, indi si dissipa in vapore; ha sapore salato amaro. Cento parti d'acqua a zero disciolgono 19,2 di cloruro potassico, e la stessa quantità d'acqua a 0 + 100,6° ne discioglie 59,3; è insolubile nell'alcool. Si noti che la solubilità di questo cloruro nell'acqua, nei due punti estremi dello zero e di + 100,6°, è proporzionale al grado della temperatura. La composizione del cloruro potassico è di

potassio	52,45
cloro	47,55
	100,00.

Verificata la quantità del cloro, mercè del cloruro argentico prodotto, si verifica quella della potassa, usando del cloruro platinico (V. pag. 457).

b) *Cloruro sodico.* — Il cloruro sodico o sal marino cristallizza in cubi, od in tramoggie, prodotte dall'agglomeramento simmetrico di moltissimi cubetti. Questi cristalli sono anidri; riscaldati da 0 + 200 ai 0 + 300, decrepitano; si conservano inalterati all'aria secca, ma sono deliquescenti all'aria umida, quando questa segna 80 gradi all'igrometro di Saussure.

Il cloruro sodico si compone di

sodio	39,32
cloro	60,68
	100,00.

È pressochè solubile in egual quantità d'acqua, così all'ordinaria temperatura come a + 100°, ma è poco solubile nell'alcool idrato. È comunissimo nelle acque minerali, incoloro, inodoro, ha sapore salato gradevole, e la sua gravità è di 2,13. Si determina il cloro presente, dalla quantità del cloruro argentico prodotto, ed il sodio, dal bi-meta-antimoniato sodico ottenuto, come già avvertimmo, discorrendo dei sali a base di soda (V. pag. 457).

c) Cloruro litico. — Il cloruro litico è bianco, deliquescente, cristalizza in cubi, che contengono quattro equivalenti d'acqua, e si compone di

litio	15,36
cloro	84,64
	100,00.

È rarissimo nelle acque minerali, e si determina come i precedenti.

2.ª Serie. — *Cloruri alcalino-terrosi.*

a) Cloruro calcico. — Il cloruro calcico è incoloro, inodoro, di sapore amaro, cristallizza in prismi, ritenendo 49 per 100 d'acqua, per la quale ha somma affinità, ed è il corpo più deliquescente che si conosca.

Il cloruro calcico anidro si compone di

calcio	36,06
cloro	63,94
	100,00.

Si determina la quantità del cloro da quella del cloruro argentico prodotto, e quella del calcio dall'ossalato calcico, deducendo l'ossigeno costituente l'ossido calcico. Nelle acque minerali il cloruro calcico accompagna per lo più i cloruri alcalini, e specialmente il cloruro sodico.

b) Cloruro baritico. — Il cloruro baritico è bianco, e cristallizza in tavolette quadrate, che lo distinguono dal cloruro strontico. È rarissimo nelle acque minerali, e si compone di

bario	65,94
cloro	34,06
	100,00.

c) Cloruro strontico. — Il cloruro strontico cristalizza in lunghi aghi, che sono prismi esaedri, contenenti sei equivalenti d'acqua, i quali vengono eliminati dal calorico. Allo stato anidro si compone di

strontio	55,28
cloro	44,72
	100,00.

Indicammo questi due ultimi cloruri perchè qualche chimico avvertì la presenza della barite e della strontiana in alcune acque minerali; queste due basi non possono esistere disciolte se non allo stato di bicarbonato, o in quello di cloruro.

3.ª Serie. — *Cloruri terrosi.*

Di questa serie non si trova nelle acque minerali che il cloruro di magnesio. Esso è bianco, idrato, cristallizza in aghi, è solubilissimo nell'acqua, deliquescente, solubile nell'alcool, e contiene 39,43 per 100 d'acqua. Esiste nell'acqua del mare ed in quella delle fonti salate; ha sapore amaro, ed è decomponibile dal calorico, che vi elimina l'acqua ed il cloro; sicchè, conosciuta la sua composizione e quella dell'ossido ma-

gnesico che rimane, può essere determinato direttamente. La composizione del cloruro magnesico è di

magnesio	25,46
cloro	74,54
	100,00.

Quella dell'ossido magnesico è di

magnesio	61,29
ossigeno	38,71
	100,00.

Si può determinare la quantità del cloruro di magnesio nello stesso modo che si pratica pei sali a base di magnesia, cioè mercè del solfato ammonico magnesiano.

4.ª Serie. — *Cloruri metallici propriamente detti.*

Dei cloruri di questa serie nelle acque minerali non potrebbe esistere che il cloruro ferroso; ma sembra che finora l'analisi non lo abbia rinvenuto.

2.° *Determinazione dei bromuri.*

Il bromo, al pari del cloro, esiste nelle acque minerali allo stato di bromuri solubili, cioè, alcalini, alcalino-terrosi, terrosi, e metallici propriamente detti. Questi si riducono al bromuro potassico, sodico, calcico e magnesico.

I bromuri sono meno volatili dei cloruri, coi quali sono isomorfi. L'acido cloridrico cangia i bromuri in cloruri, con formazione d'acido bromidrico. Le soluzioni dei bromuri sono decomposte dal cloro, che elimina il bromo generando dei cloruri, ed il bromo è fatto libero, e colora in giallo la soluzione, la quale, mescolata all'etere, vi cede il bromo e si scolora, mentre l'etere disciogliendo il bromo si tinge in giallo.

Nelle soluzioni dei bromuri i sali d'argento producono un precipitato bianco-giallognolo di bromuro argentico, insolubile nell'acqua, poco solubile nell'ammoniaca; proprietà che serve a determinare il bromo nelle mischianze dei cloruri.

Il bromuro d'argento si compone di

argento	58,01
bromo	41,99
	100,00.

1.ª Serie. — *Bromuri alcalini.*

a) *Bromuro potassico.*.— Il bromuro potassico è incoloro, solubilissimo nell'acqua, cristallizzabile; come il cloruro potassico, ha sapore salato, è fusibile senza scomporsi, e consta di

potassio	32,84
bromo	63,16
	100,00.

Si determina dalla quantità del bromuro argentico ottenuto.

b) *Bromuro sodico.* — Questo composto ha molt'analogia col cloruro sodico; a + 30° cristallizza in tavolette esagonali, e se a temperatura superiore, forma dei cristalli cubici anidri; è solubile nell'acqua e nell'alcool, e componesi di

sodio	22,92
bromo	77,08
	100,00.

La quantità del bromo esistente in un'acqua minerale si determina nel modo sopra indicato.

2.ª Serie. — *Bromuri alcalino-terrosi.*

Bromuro calcico. — Il bromuro calcico è cristallizzato in aghi, ha debole odore d'acqua marina, gode proprietà analoghe al cloruro calcico, e si compone di

calcio	20,74
bromo	79,26
	100,00.

Determinasi nel modo indicato pei composti analoghi.

3.ª Serie. — *Bromuri terrosi.*

Questa serie non comprende se non il bromuro magnesico, che l'analisi rinvenne in alcune acque minerali saline; esso ha proprietà simili a quelle avvertite nel cloruro di magnesio.

La composizione del bromuro magnesico è di

magnesio	13,93
bromo	86,07
	100,00.

3.ª *Determinazione dei joduri.*

Il jodio esiste nelle acque minerali combinato coi metalli alcalini, alcalino-terrosi, terrosi, e fors'anche col ferro, formando dei joduri solubili; sembra anche che possa trovarvisi intimamente unito alla materia organica. I joduri alcalini hanno una grande tendenza a formare dei joduri doppj; sono meno volatili dei cloruri, non decomponibili riscaldandoli a contatto dell'aria. Il cloro decompone i joduri nello stesso modo dei bromuri, formando dei cloruri, e mettendo a nudo il jodio.

Tale proprietà del cloro permette di riconoscere facilmente la presenza della più piccola quantità di jodio in un'acqua minerale, aggiungendo a questa della colla d'amido, ed alcune goccie d'acqua di cloro; il jodio è allora fatto libero, e colora l'amido in azzurro, più o meno intenso, in ragione diretta del joduro presente. Si badi però a non eccedere nell'aggiunta dell'acqua di cloro, perchè questo agisce sul jodio e sull'acqua, scomponendo quest'ultima, il cui idrogeno si unisce al cloro, e forma l'acido cloridrico; e l'ossigeno fatto libero, si combina col jodio, e genera l'acido jodico, che

non ha azione sulla colla d'amido. Si può evitare tale inconveniente sostituendo l'acqua ossigenata all'acqua di cloro.

Riconosconsi le più piccole traccie di jodio trattando la soluzione d'un joduro coll'acido azotico allungato, che tenga disciolto del gas nitroso; e aggiungendo poi una piccola quantità di solfuro di carbonio, affinchè prenda una bella tinta violetta col disciogliere il jodio fatto libero.

I joduri solubili, quali sono quelli esistenti nelle acque minerali, formano, coi sali d'argento, un precipitato bianco giallognolo, poco sensibile all'influenza della luce solare, e pressochè insolubile nell'ammoniaca; caratteri che lo distinguono dal cloruro e dal bromuro argentico.

Il joduro argentico, che producesi trattando la soluzione d'un joduro con quelle dei sali d'argento, serve a determinare la quantità del jodio che contengono, conosciuta che siasi la composizione atomica di esso, che è di

argento	46,11
jodio	53,89
	100,00.

Le soluzioni dei joduri sono precipitate in giallo dai sali di piombo, in rosso da quelli di mercurio al massimo, ed in verde da quelli al minimo. I sali di palladio precipitano i joduri in nero, e la soluzione del solfato di protossido di rame, satura d'acido solforoso, versata in quella dei joduri, determina un precipitato bianco-giallo, che può servire a dosare il jodio presente in un'acqua minerale. Esso precipitato è il protojoduro di rame, la cui composizione è di

rame	33,38
jodio	66,62
	100,00.

I joduri esistenti nelle acque minerali, al pari dei cloruri e dei bromuri, si dividono in joduri alcalini, alcalino-terrosi, terrosi e metallici; questi ultimi si limiterebbero a quello di ferro.

1.ª Serie. — *Joduri alcalini.*

a) *Joduro potassico.* — Questo joduro esiste nell'acqua del mare ed in quella d'alcune fonti saline. È bianco, deliquescente, solubilissimo nell'acqua e nell'alcool, cristallizza in cubi, ha sapore acre piccante, odore debole d'acqua marina; esposto al calore rosso, si fonde in una massa lucente d'un bianco di perla, senza scomporsi; ad elevata temperatura volatilizza, e si compone di

potassio	23,56
jodio	76,44
	100,00.

b) *Joduro sodico.* — Il joduro sodico è deliquescente, solubilissimo nell'acqua, meno solubile nell'alcool. Si fonde ad elevata temperatura, e volatilizza scomponendosi parzialmente, e mandando vapori violetti di jodio. Nelle altre reazioni, si comporta

come il precedente; esiste nelle acque di molte fonti misto al joduro potassico, e si compone di

sodio	15,55
jodio	84,45
	100,00.

2.ª Serie. — *Joduri alcalino-terrosi.*

Il joduro calcico è deliquescente, non si decompone calcinandolo in vaso chiuso, ma se a contatto dell'aria, si divide in ossido calcico e jodio, che si elimina in vapore. Esiste nell'acqua del mare ed in quella delle fonti salate, e si compone di

calcio	13,95
jodio	86,05
	100,00.

Nelle acque minerali finora l'analisi non rinvenne nè il joduro baritico, nè lo stronticо.

3.ª Serie. — *Joduri terrosi.*

Joduro magnesico. — Questo joduro è deliquescente, ed ha proprietà analoghe a quelle del cloruro corrispondente; la sua soluzione, colla bollitura, si decompone in ossido magnesico ed in acido jodidrico, nel qual caso avvi scomposizione d'acqua.

Il joduro magnesico esiste nelle acque minerali misto agli altri joduri, e si compone di

magnesio	9,11
jodio	90,89
	100,00.

4.ª Serie. — *Joduri metallici propriamente detti.*

Questi joduri, come già avvertimmo, si ridurrebbero a quello di ferro; ma esso pure non è ammesso che per induzione, non avendo finora l'analisi dimostrata la sua presenza.

§ 6.° *Metodi d'isolare il cloro, il bromo e il jodio.*

In una stessa acqua minerale salina esistono d'ordinario tutte le combinazioni dei cloroidei o dei sali aloidei sopra descritti, i quali importerebbe sommamente dividere gli uni dagli altri; ma bisogna confessare, che finora la scienza non possiede metodi precisi, coi quali separare l'une dalle altre le combinazioni solubili del bromo e del jodio; e neppur quelli d'isolare il cloro, il bromo e il jodio non sono che approssimativi, e lontani dall'esattezza voluta dall'analisi.

1.ª *Separazione del jodio dal cloro.* — A tale intento sono suggeriti i seguenti metodi:

a) Si precipita contemporaneamente il cloro e il jodio, trattando l'acqua minerale colla soluzione dell'azotato argentico; il precipitato si raccoglie sopra filtro tarato; si lava con acqua distillata, e si versa su di esso dell'ammoniaca liquida, che discioglie il cloruro argentico; la stessa ammoniaca è ripassata più volte sul cloruro argentico che sta sul filtro, e ciò fino a che abbia perduto l'odore, e siasi così saturata di cloruro argentico.

Allora si versa nuova ammoniaca sulla materia rimasta indisciolta; passata che sia, la si esperimenta, saturandola coll'acido azotico; se l'ammoniaca si fa sensibilmente torbida, si continua la lavatura ammoniacale, adoperando ammoniaca alquanto allungata; ma se l'acido azotico non ha prodotto che un debole appannamento, tutto il cloruro di argento è stato separato dall'ammoniaca. Si lava la porzione rimasta sul filtro con acqua distillata, si essica e si ripesa il filtro, e dall'aumento del peso di esso si ha la quantità del joduro argentico in esso contenuto.

Il joduro argentico è bianco-giallognolo, compintamente insolubile nell'acqua, quasi insolubile nell'ammoniaca. La luce l'annerisce più lentamente del cloruro argentico; esposto al calore si tinge in rosso oscuro, ma ritorna al primitivo colore infreddando. La sua composizione venne indicata qui sopra.

b) Si è già avvertito che il jodio può essere separato dai joduri solubili, mercè del protosolfato di rame.

c) Le soluzioni dei joduri sono precipitate da quelle dei protosali di palladio allo stato di protojoduro di palladio, insolubile nell'acqua, cosicchè dalla quantità ottenuta di questo e dalla sua composizione, si ha la quantità del jodio esistente nell'acqua analizzata.

La composizione del protojoduro di palladio è

palladio	29, 66
jodio	70, 34
	100, 00.

d) Si separa il cloruro argentico dalla soluzione ammoniacale, saturandola coll'acido azotico, fino al cessare dal prodursi precipitato, e rendendola alquanto acida. Il precipitato è raccolto sul filtro, lavato con acqua distillata ed essiccato; si pesa il filtro, e dal suo aumento si deduce la quantità del cloruro argentico prodotto. Dal peso del cloruro e del joduro argentico ottenuti, e dalla loro composizione, si ha quella del cloro e del jodio che esistevano nell'acqua esaminata.

2.° *Separazione del cloro dal bromo.* — Il processo più raccomandato a questo scopo è quello di precipitare la mischianza del cloro e del bromo colla soluzione dell'azotato argentico. La mischianza ottenuta si essica e s'introduce in tubo di vetro, che si riscalda alla lampada ad alcool, facendo passare per esso una corrente di cloro secco, il quale elimina il bromo, e produce del cloruro d'argento.

Il bromo eliminato ritiene traccie di cloro, e si raccoglie facendolo passare per un tubo ricurvo di vetro, innestato in quello che contiene il cloro-bromuro, e che pesca nell'etere d'un cristallo immerso in un bagno frigorifero; sotto all'etere avvi uno strato d'acqua, destinata a ritenere il cloro. Quando l'etere cessa dal colorarsi in giallo, l'operazione è ultimata; si separa la tintura eterea dall'acqua, e si versa in essa a goccia a goccia, e rimescolando sempre, la soluzione dell'idrato potassico, fino a che l'etere abbia perduta la tinta gialla. L'etere così scolorato, si evapora a proscingamento, e si ha per residuo il bromuro potassico, che si fonde; e dal suo peso e dalla sua composizione si ha la quantità del bromo esistente nell'acqua allo stato di bromuro.

La composizione del bromuro potassico fu esposta più sopra, alla pag. 464.

3.ª *Separazione del cloro, del bromo e del jodio.* — La mischianza delle tre combinazioni solubili di questi tre cloroidei è la più comune a rinvenirsi nelle acque minerali saline, abbondando per lo più i cloruri. In questo caso si precipita anzitutto una porzione rilevante di cloro, aggiungendo, con precauzione, la soluzione dell'azotato argentico, in modo da non precipitare tutto il cloro. Si raccoglie questa prima porzione di cloruro argentico, e la si tiene separata. Allora si procede alla compiuta precipitazione, aggiungendo la soluzione dell'azotato argentico, a goccia a goccia, fino al cessare dal prodursi precipitato, che si raccoglie sopra altro filtro.

Questo secondo precipitato è lavato coll'ammoniaca, colle precauzioni già avvertite; la materia rimasta dalla lavatura ammoniacale è il bromo-joduro argentico, che si essica, si pesa e si mescola col doppio del suo peso d'idrato potassico purissimo. Il tutto si fonde in crogiuolo intonacato di carbone, che si riscalda gradatamente, in modo da portare la mischianza alla fusione ignea, e mantenerla in tale stato per 15 minuti; si leva il crogiuolo dal fuoco, e si lascia raffreddare.

La materia fusa è trattata coll'acqua distillata bollente, che discioglie il jodo-bromuro potassico; si filtra la dissoluzione per separarne l'argento ridotto e le traccie di carbone che può contenere; le materie rimaste indisciolte sono lavate con nuova acqua distillata, e le lavature riunite alla soluzione, la quale riuscendo alcalina, si rende neutra con acido cloridrico. Ciò fatto, si fanno passare per essa delle gallozzole di cloro, che precipita dapprima il jodio; badando però a non eccedere nell'aggiunta del cloro, come già avvertimmo più sopra, alla pag. 465. Separato il jodio, si raccoglie sopra filtro tarato, si essica prestamente, frapponendolo fra carta emporetica, e si pesa.

Nella soluzione rimasta dalla separazione del jodio, si fa passare novamente, a gallozzola a gallozzola, il cloro, che le fa prendere la tinta gialla e l'odore del bromo. Quando il giallo non aumenta più, si sospende l'aggiunta del cloro, e la soluzione è mescolata ad egual volume d'etere; si rimescola la mischianza, e la si lascia in quiete; allora l'etere si porta a galleggiare, tinto in giallo, e l'acqua rimane affatto scolorata. Separata la tintura eterea dall'acqua, si tratta colla soluzione dell'idrato potassico purissimo, nel modo sopra accennato, onde avere il bromuro potassico, mercè del quale si ha la quantità del bromo esistente nell'acqua analizzata.

Le lavature ammoniacali del secondo precipitato sono trattate coll'acido azotico allungato, in modo da renderlo sensibilmente acido; allora tutto il cloruro argentico precipita, si raccoglie e si unisce a quello della prima precipitazione, e si essica, e dal suo peso e dalla sua composizione si ha la quantità del cloro esistente allo stato di cloruro nell'acqua analizzata.

§ 7.° *Ricerca della materia d'origine organica.*

La ricerca e l'isolamento delle materie d'origine organica richiedono speciali indagini, le quali consistono nelle lavature alcooliche delle materie fisse, rimaste dall'evaporazione a bagno-maria d'una determinata quantità d'acqua.

Nelle lavature alcooliche si adopera l'alcool di 36° di Beaumé, ripetendole fino a che questo ne esca affatto incoloro e privo d'estraneo sapore; e, riunite, si digeriscono sul

solfato argentico, posto in quantità più che bastevole a scomporre i cloruri, i bromuri e i joduri solubili, facendone composti argentici insolubili; ed a mutare le basi in solfati insolubili nell'alcool. Se esistessero degli azotati, si troverebbe l'acido azotico allo stato libero nell'alcool; ma gli azotati nelle acque minerali sono rarissimi.

Per promovere la reazione del solfato argentico si ha cura di rimescolare di tempo in tempo le materie in digestione. Dopo due o tre giorni si decanta la dissoluzione alcoolica, si lava la materia rimasta indisciolta con nuovo alcool; le lavature si riuniscono alla dissoluzione, si separa da essa porzione d'alcool colla distillazione, e si compie l'evaporazione a secco a bagno maria.

In così operando si hanno le materie d'origine organica esistenti nell'acqua analizzata, per le quali occorrerebbero nuovi e speciali studj, quando non fossero identiche alle già conosciute, come le seguenti:

Acido crenico. — Quest'acido è solido, semidiafano, pellucido, incristallizzabile, ha sapore astringente non acido, si fa bruno prestamente, cangiandosi in acido ipocrenico; è solubilissimo nell'acqua e nell'alcool.

Acido ipocrenico od apocrenico. — È solido, incristallizzabile, bruno oscuro; ha sapore astringente, poco solubile nell'acqua, solubile nell'alcool.

Questi due acidi sono azotati, e Mulder li ottenne dal terriccio contenente sostanze vegeto-animali in putrefazione.

Glairina. — Questa materia è viscida, simile all'albume d'ova, trovasi in alcune acque minerali, all'uscire dal terreno, sia in fiocchi, sia disciolta; venne descritta dall'illustre idrologo Anglada (1), che ne stabilì varie specie, prese dal colore, dalla consistenza, dalla tessitura e dall'aspetto.

Da taluni le dette produzioni vennero considerate siccome organiche, poco conosciute, ma del genere delle Tremelle. Se nella dissoluzione alcoolica si contenesse dell'acido azotico, questo s'appalescrebbe alla reazione acida, ed al presentarsi alla fine dell'evaporazione i vapori nitrosi; e nel residuo si troverebbe dell'acido ossalico. In questo caso, prima di procedere all'evaporazione, conviene saturare l'acido azotico colla potassa, calcolando la quantità dell'alcali aggiunto e quella dell'azotato prodotto.

§ 8.° *Metodo d'analisi sopra piccola quantità d'un'acqua minerale.*

Quando non si ha che una limitata quantità d'acqua minerale da disporre, si dirigono le indagini analitiche sul residuo delle lavature alcooliche rimaste dalla separazione delle materie d'origine organica. Questo residuo è di due specie, cioè, quello rimasto dalle lavature delle materie fisse coll'alcool, e la rimanenza del trattamento della tintura alcoolica col solfato argentico.

Le materie rimaste indisciolte dall'alcool sono solfati di soda, d'allumina e di calce; carbonati di calce, di magnesia, d'ossido ferroso, e acido silicico.

---

(1) *Mémoire pour servir à l'histoire générale des eaux minérales sulfureuses.*

Trattamento delle dette materie. — 1.° Si trattano coll'acqua distillata bollente, che discioglie i solfati di soda, di magnesia e d'allumina; la soluzione filtrata, si esperimenta come segue:

a) Coll'aggiunta della soluzione dell'azotato baritico, o del cloruro di bario, che determina un precipitato bianco, insolubile nell'acido azotico, e che, lavato, essiccato e pesato, dà la quantità dell'acido solforico costituente i solfati.

b) L'allumina è precipitata dall'ammoniaca, il precipitato è calcinato, e dal suo peso si ha quello del solfato d'allumina.

c) La soda è determinata colla soluzione del bi-meta-antimoniato potassico; la quantità del bi-meta-antimoniato sodico insolubile che precipita dà quella della soda costituente il solfato sodico.

d) La magnesia è determinata mercè della soluzione del sotto-fosfato ammonico, e il fosfato ammonico magnesiano prodotto, dà la magnesia che esisteva allo stato di solfato nell'acqua esaminata.

Le materie indisciolte dall'acqua si trattano coll'acido cloridrico puro, alquanto allungato d'acqua distillata; si filtra la soluzione, e si procede alla ricerca delle basi dei carbonati, e dell'acido silicico, come segue:

a) *Calce.* — Si satura la soluzione cloridrica coll'ammoniaca, e si precipita la calce mercè della dissoluzione dell'ossalato calcico; la quantità dell'ossalato calcico prodotto dà quella del carbonato calcico esistente allo stato di bicarbonato nell'acqua analizzata.

b) *Magnesia.* — La soluzione da cui si separò l'ossalato calcico è trattata con quella del fosfato ammonico basico, la quale determina la separazione del fosfato ammonico magnesiano, che, raccolto dal filtro, tarato, essiccato e pesato, dà la magnesia rappresentante il carbonato magnesiaco che si trovava nell'acqua analizzata.

c) *Ferro.* — Nella soluzione rimasta dalla separazione del fosfato ammonico magnesiano trovasi il ferro allo stato di cloruro, che si separa versando in essa a goccia a goccia il succinato sodico, che determina la separazione del succinato ferroso, il quale, raccolto, lavato e calcinato nel modo già indicato alla pag. 460, dà l'ossido ferroso esistente, allo stato di bicarbonato, nell'acqua esaminata.

d) *Solfato calcico.* — La materia indisciolta dall'acido cloridrico, lavata ed essiccata, si pesa, si mescola col quarto del suo peso di nero fumo, se ne fa una pasta con olio di trementina, e la s'introduce in piccolo crogiuolo di platino, che si copre, e si calcina a rosso per circa 20 minuti. Il solfato calcico colla calcinazione è portato allo stato di solfuro, che si discioglie nell'acqua distillata bollente; si filtra la soluzione, e la si tratta coll'acido cloridrico, che scompone il solfuro calcico, con isprigionamento d'acido solfidrico; si filtra di nuovo la soluzione, si rende neutra con ammoniaca, e si precipita la calce colla soluzione dell'ossalato ammonico basico; l'ossalato calcico prodotto dà la quantità del solfato di questa base esistente nell'acqua analizzata.

e) *Acido silicico.* — La rimanenza raccolta sul filtro dal trattamento del solfuro calcico coll'acido cloridrico, lavata e calcinata, si pesa, e dalla perdita del peso si ha un altro dato della quantità del solfato calcico. Ciò che rimane è acido silicico, che si può avere puro trattando la rimanenza col metodo indicato alla pag. 454.

Esame delle materie rimaste indisciolte nel trattamento della tintura alcoolica col solfato argentico.

Queste materie si compongono di cloruro, bromuro e joduro argentico, e dei solfati di soda, di potassa, di calce e di magnesia, rappresentanti i metalli alcalini, alcalino-terrosi, e terrosi che esistevano nell'acqua minerale allo stato di cloruri, bromuri e joduri, oltre l'eccesso del solfato argentico adoperato.

A) Le dette materie si trattano più volte coll'acqua distillata bollente, che discioglie i solfati solubili; le lavature si replicano fino a che l'ultime siano affatto insipide, e non vengano intorbidite dall'aggiunta della soluzione del cloruro baritico.

1.° *Ricerca della magnesia.* — Si versa nelle lavature, riunite e concentrate coll'evaporazione, la soluzione del fosfato ammonico basico, fino al cessare dal prodursi precipitato, ch'è fosfato ammonico-magnesiano. Il precipitato ottenuto è raccolto, essiccato e pesato; dal suo peso e composizione si deduce la quantità del magnesio esistente nella minerale, in combinazione coi cloroidei.

2.° *Ricerca della potassa.* — Questa si determina trattando la soluzione rimasta dall'esperienza precedente, colla soluzione del cloruro di platino; la quantità del cloroplatinato potassico ottenuto, dà la quantità del potassio che doveva esistere nella minerale, combinato coi cloroidei.

3.° *Ricerca della soda.* — Nella soluzione, dalla quale si separò la potassa, nel modo ora avvertito, si versa a goccia a goccia la dissoluzione del bi-meta-antimoniato potassico, che precipita il bi-meta-antimoniato sodico insolubile; dalla quantità di quest'ultimo e dalla sua composizione si deduce quella del sodio esistente nell'acqua minerale, combinato coi cloroidei.

B) Le materie rimaste indisciolte dall'acqua, come già avvertimmo, si compongono di cloruro, bromuro, e joduro argentico; più, di solfato argentico posto in eccesso, e rimasto indecomposto, e di solfato calcico.

1.° *Trattamento dei cloroidei argentici, e loro separazione.* — La materia rimasta indisciolta dall'acqua è trattata coll'ammoniaca in eccesso, che discioglie le combinazioni argentiche, eccetto il solfato argentico e calcico. La soluzione ammoniacale è trattata coll'acido azotico, e si procede nel modo già accennato per la separazione del cloro, del bromo e del jodio (pag. 467 § 6.°).

2.° *Trattamento del solfato argentico rimasto indecomposto.* — Quest'è separato dal solfato calcico, colla soluzione del cloruro sodico digerendo la materia rimasta dalla lavatura ammoniacale, e rimestandola di frequente per alcuni giorni; allora il solfato argentico è mutato in cloruro argentico, ed in solfato sodico. Si lava con acqua calda, che separa il solfato sodico ed il cloruro sodico adoperati in eccesso; rimane così il cloruro argentico, ed il solfato calcico. Il cloruro argentico è separato colla lavatura ammoniacale più volte ripetuta.

La materia rimasta indisciolta dall'ammoniaca è il solfato calcico, che rappresenta le combinazioni del calcio coi cloroidei esistenti nell'acqua minerale, la cui quantità è determinata coi metodi già più volte avvertiti. Misto a questo solfato calcico, attesa la

poca solubilità nell'ammoniaca del joduro argentico, può trovarsi quest'ultimo, la cui presenza devesi verificare nel modo notato alla pag. 467.

§ 9.° *Della sintesi delle acque minerali, ossia della loro fabbricazione.*

L'arte d'imitare l'acque minerali è contemporanea a quella d'analizzarle. Da che la chimica analitica credette d'avere scoperta l'intima natura delle acque minerali, i loro componenti, le proporzioni di essi, tentò riprodurle colla sintesi, e nacque ben'anche la pretensione di lottare colla natura.

Abbiamo dalla storia, e da quanto ci riferiscono Hoffmann e Venel (1), che, prima della cognizione della vera natura dell'acido carbonico, si fabbricavano l'acque acidule. Ma l'arte di preparare l'acque minerali, sì da lungo tempo antiveduta dal genio di Bacone, si verificò solo a tempi a noi vicini, quando le cognizioni delle medesime raggiunsero un certo grado di perfezione. Dapprima si esercitava soltanto nei laboratorj di chimica farmaceutica, ma sul declinare dello scorso secolo prese uno sviluppo straordinario, e si videro sorgere, nelle più popolose città, grandi stabilimenti, esclusivamente destinati a questo genere di fabbricazione, i quali però scaddero alquanto col moltiplicarsi i mezzi di trasporto. Nell'erigerli si ebbe la pretensione di riunire nello stesso luogo le risorse della terapia, che la Providenza aveva disseminate in regioni sì diverse e sì lontane, e si decorarono i prodotti dell'arte coi nomi delle sorgenti più celebri; cosicchè si qualificò l'opera dell'arte siccome la vera e fedele copia di quella della natura.

Nel tessere il panegirico delle acque fattizie, non si limitò a dichiararle identiche alle naturali, o rivaleggianti con esse, e capaci d'operare tutti i loro effetti salutari; ma si volle attribuir loro una superiorità, e si addussero ragioni per farle preferire. L'acque naturali, dicevasi, sono ben lontane dall'essere sempre identiche; essendo soggette alle vissisitudini delle stagioni, le lunghe piogge le diluiscono, le siccità ne aumentano le proporzioni dei mineralizzatori. Siffatte variazioni non possono che nuocere alle loro applicazioni terapeutiche, alterandone l'azione, e rendendo incerti gli effetti salutari. E di rimpatto, di questi svantaggi mostravansi immuni le fattizie, perchè l'uniformità della loro composizione è sempre certa, attiva la ricchezza dei loro componenti, ed in generale maggiore di quella delle naturali; di maniera che l'efficacia loro deve risentirne. Oltre a ciò le fattizie si ha l'agio di modificarle secondo i casi, e di meglio appropriarle alle numerose indicazioni che può riclamare il loro uso.

La causa delle acque minerali fattizie ebbe dunque dottissimi avvocati. Ma siffatta apologia è forse ben legittimata dai fatti? È forse ben dimostrato che una tale imitazione riproduca tutti i lineamenti dell'originale? Non è un vero inganno, ed uno dei più comuni, quello di proclamare le produzioni dell'arte eguali alle opere della natura?

---

(1) Hoffmann, Op., t. V, pag. 214.

Sprengel assicura che Juainer, prof. distinto dell'università di Pavia nel secolo XV, insegnò chiaramente il modo di preparare l'acque minerali artificiali (*Hist. de la med.* t. II, pag. 478). Ma in questo proposito nota Anglada essere certamente difficile concepire come si poteva tentare d'imitare acque, delle quali la composizione era del tutto ignota. Vedi Anglada, *Huitième Mémoire de la fabrication artificielle des nos eaux des Pyrennées.*

In vero non si possono mettere in dubbio i grandi vantaggi che le minerali fattizie rendono all'arte salutare. Con esse il medico può soddisfare moltissime indicazioni, alle quali la pratica ha consacrate le acque minerali naturali. E sotto tal riguardo l'arte di produrle merita un posto distinto nella serie dei grandi servigi resi dalla chimica alla medicina. Ciò non toglie per altro il diritto di dubitare, che le acque minerali fattizie rappresentino esattamente l'acque naturali delle quali portano i nomi, e che si possa dal loro uso aspettare effetti identici, ovvero sensibilmente diversi; ed in fine, se sia possibile raggiungere la certezza nei metodi della sintesi, quantunque adoperati da mano espertissima, in modo da realizzare tutte le condizioni della produzione naturale corrispondente.

Anglada nota tre cause principali, inseparabili nella sintesi delle acque minerali, le quali possono condurre questa ad una semplice approssimazione; laonde se si potrà aspirare a ravvicinare sempre più la copia all'originale, non si potrà mai ravvisare la somiglianza siccome perfetta, anche dal lato delle cause influenti.

1.ª L'imitazione rigorosa suppone un'analisi perfetta. Ora chi può assicurare che tutti gl'ingredienti di un'acqua minerale siano esattamente conosciuti? Il passato deve, sotto tal riguardo, renderci più cauti nell'avvenire.

Questa difficoltà si verifica anche nelle acque minerali che la natura dei loro componenti sembra rendere di più facile ed esatta imitazione, per esempio, l'acqua del mare e quelle delle fonti saline. Infatti, valentissimi chimici analizzarono l'acqua del mare, e v'indicarono l'acido carbonico, l'idroclorato di soda, il solfato di calce, in determinate proporzioni (1); e la diligenza delle loro ricerche, e la concordanza nei risultati portavano a credere che tale fosse veramente la sua composizione. Sopra siffatta garanzia si procedette a fabbricarla; e non pertanto mancava in essa il joduro potassico, che alcune ricerche posteriori hanno rivelato, e del quale non è permesso, malgrado la tenuità delle proporzioni, negligentare l'influenza speciale che esercita in alcune malattie, e sopratutto nelle affezioni scrofolose, contro le quali dall'acqua del mare si trae sì vantaggioso partito.

Allora i fabbricatori ai materiali dell'acqua marina aggiunsero la quantità richiesta della nuova sostanza; ma dopo di ciò potevano essere certi d'aver conseguito l'identità nella composizione? No certamente. Nuove indagini portarono a riconoscere un nuovo componente, cioè il bromo, combinato con un metallo alcalino; e tutto fa presagire l'importanza di questo principio nell'arte salutare.

Quando adunque si potrà asserire con certezza, che i risultati dell'analisi siano l'ultima espressione della scienza? Il passato risponda per l'avvenire.

2.ª I metodi analitici adoperati possono recare notevoli cangiamenti nella natura degli ingredienti d'un'acqua minerale, alterando compiutamente il modo della composizione dei mineralizzatori. L'analisi ci condurrà a riguardare l'acqua minerale siccome contenente materiali, i quali sono ben lontani dal trovarvisi allo stato naturale. È fuor di dubbio che le incertezze che nascono da questa causa, saranno un grande imbarazzo pel chimico che si occupa della sintesi delle acque minerali.

---

(1) Boullon-Lagrange et Vogel, *Ann. de Chimie*, tom. 87, pag. 190.

Infatti, quando si riporta alle migliori analisi dell'acqua del mare, si trova indicato il solfato calcico, senza solfato sodico, nè cloruro di calcio. Questo risultato sarebbe equivoco quando s'accontentasse di giudicare in seguito alla natura del residuo dell'evaporazione dell'acqua anzidetta. Ma siamo poi certi che il solfato calcico esistesse originariamente nell'acqua del mare, o che si sia formato nel corso stesso dell'evaporazione, per la presenza del cloruro calcico e del solfato sodico, cioè per la reazione di queste due sostanze, ciò che avrebbe luogo secondo l'osservazione di Muray? Siffatta incertezza è della più seria conseguenza nella sintesi dell'acqua del mare, e per l'esatta determinazione dei materiali salini e della loro costituzione chimica in tutte le specie delle acque salse.

Volendosi attenere all'indicazione diretta dell'analisi, nell'acqua fattizia del mare bisognerebbe introdurre il solfato calcico, ed una maggiore proporzione di cloruro sodico. All'opposto, seguendo i dettami della teoria, in luogo di questi due sali, ai quali non si attribuirebbe che una debole azione sull'economia vivente, sarebbe da introdurvi il cloruro calcico ed il solfato sodico; ambedue di maggior rilievo pel rapporto medico. Quest'ultimo partito è quello adottato da Swediaur. L'efficacia del medicamento solubile è senza dubbio sensibilmente maggiore; eppure non sarebbe quest'aggiunta priva d'incertezza, e non si potrebbe asseverare che la stessa combinazione esista naturalmente nell'acqua del mare. Dopo di ciò, come ripromettersi dalla sintesi una fedele riproduzione delle acque minerali, ed in ispecie di quella del mare, frammezzo a tali ambiguità?

3.ª Esistono nelle acque minerali naturali alcune sostanze, che i metodi finora conosciuti dall'arte non sanno imitare. In tal caso tutti i tentativi della sintesi sarebbero infruttuosi, o per lo meno vaghi ed imperfetti. Come contraffare od imitare le materie d'origine organica, o pseudo-organiche, rinvenute specialmente nell'acque solforose dei Pirenei, della Boemia, e quelle di presso che tutte le altre, come la glairina, gli acidi crenico ed apocrenico, che per molte minerali sono i loro principj caratteristici? Alcuni credettero potere supplire coll'aggiunta di sostanze ritenute analoghe pei caratteri fisici, e per la chimica loro composizione; ma siffatte aggiunte non si possono riguardare se non come azzardate e viziose.

Concluderemo coll'Alibert (1), che la filosofia non sarebbe che una vana parola della scienza, quando non ci conducesse a convenire che nella preparazione delle acque minerali fattizie non si hanno, tutt'al più, che metodi approssimativi, mercè dei quali si giunge a simulare in qualche modo le produzioni della natura, senza che si possa giammai avere la certezza, che la copia presenti tutti i lineamenti dell'originale.

§ 10.° *Classificazione chimica delle acque minerali.*

Dalla definizione che adottammo delle acque minerali, emerge che la loro classificazione non dev'essere stabilita assolutamente sulla predominanza quantitativa di tale o tal altro principio chimico; ma bensì sulla natura di quello, dal quale le singole fonti

(1) Alibert, *Précis hist. sur les eaux min.*, pag. 604.

traggono le proprietà più caratteristiche sotto il rapporto medicinale. Di ciò si ha un'esempio nelle acque ferruginose, le quali d'ordinario contengono una quantità meno rilevante di sale ferroso che non delle altre sostanze di cui si compongono; ma siccome il primo vi comunica qualità tutte proprie, e per così dire caratteristiche, così gli altri principj vengono considerati secondarj.

Lo stesso dicasi delle acque acidule o gasose, le quali, oltre l'acido carbonico libero, contengono dei sali di magnesia, da cui ripetono le qualità purgative; talchè non vennero collocate fra le acidule, ma bensì nelle saline. E perciò qualche volta trovasi imbarazzati a denominare un'acqua, quando riceve dai componenti proprietà miste, sicchè una classificazione metodica potrebbe collocarla piuttosto in una che in un'altra classe. Da ciò derivano le discrepanze che si osservano rispetto alla categoria d'alcune acque minerali, e nelle duplici qualificazioni di marziali e di saline, ec. ec.

Diverse classificazioni chimiche delle acque minerali vennero proposte, due fra le quali crediamo bene ricordare. La prima, analoga a quella divisata da Bergmann, è dalla comune degli idrologi seguita, con alcune modificazioni. La seconda è quella riportata dall'*Annuario delle acque minerali della Francia per l'anno* 1851 (1).

Bergmann divideva l'acque minerali in quattro classi, cioè: 1.ª acque solforose o epatiche; 2.ª acque acidule o gasose; 3.ª acque ferruginose o marziali; 4.ª acque saline.

I suoi successori le divisero in sei classi, cioè:

I. *Acque saline.* — Le acque di questa classe sono caratterizzate, 1.° dall'abbondanza dei sali che contengono; 2.° dalla mancanza dell'acido carbonico libero. In alcune però esistono traccie di sali di ferro, d'acido solfidrico e carbonico.

Fourcroy distinse quest'acque in sezioni, secondo la natura dei sali in esse predominanti; cioè:

a) *acque selenitose*, contenenti rilevante quantità di solfato calcico (gesso o selenite);

b) *acque magnesiache*, quando contengono sali a base di magnesia, come il solfato; tale è quella d'Eoson;

c) *acque salse:* l'acqua del mare, carica di cloruro o di sodio o sale comune, sempre associato a traccie di bromuri e joduri alcalini;

d) *acque alcaline*, che contengono il carbonato sodico, dal quale ripetono la reazione alcalina;

e) *acque terrose od incrostanti*: esse sono sopraccariche di carbonati terrei, che si depongono, mercè della perdita dell'acido carbonico, in incrostazioni sui corpi che vi si trovano immersi;

II. *Acque acidule o gasose.* — Hanno sapore acidetto, emettono numerose bollicine gasose d'acido carbonico, che le rendono spumeggianti come la birra; hanno reazione leggermente acida, contengono diverse materie saline, ma in limitata quantità, ed in ispecie bicarbonati terrosi e d'ossido ferroso.

---

(1) *Annuaire des eaux de la France pour* 1851. *Publié par ordre du ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Rédigé par une Commission spéciale.* II. partie. Paris.

III. *Acque ferruginose o marziali.* — Sono riconoscibili al sapore d'inchiostro, e si dividono in due sezioni, cioè:

a) acque che contengono il ferro in istato di solfato ferroso; esse sono poco usate dalla medicina;

b) acque mineralizzate dal carbonato ferroso, disciolto dall'acido carbonico libero; queste sono pressochè tutte acidule ed usitatissime.

IV. *Acque solforose od epatiche.* — Hanno odore d'ova fracide, o d'acido solfidrico, e sono suddivise in

a) *acque idrosolforate o solfidriche,* che contengono il solo acido solfidrico, o gas idrogeno solforato;

b) *acque idrosolfate,* se contengono delle combinazioni dell'acido solfidrico colle basi, ossia degli idrosolfati alcalini, alcalino-terrosi o terrei disciolti;

c) *acque solfidriche acidule,* se hanno a mineralizzatori l'acido solfidrico e l'acido carbonico;

d) *acque idrosolfate acidule,* quando contengono contemporaneamente degli idrosolfati, dei solfuri solubili, dell'acido carbonico e dell'acido solfidrico liberi;

e) *acque idrosolforate ferruginose,* in cui esiste il ferro in uno stato di particolare combinazione, e non contengono che il solo acido solfidrico, perchè gl'idrosolfati non potrebbero esistere senza precipitare il ferro allo stato di solfuro insolubile. Il ferro qui trovasi per lo più allo stato di bicarbonato ferroso.

Tutte le acque che contengono il solfuro sodico, anche in piccola quantità, ed unito alla materia organica (glairina), sono termali, sprigionano alla sorgente del gas azoto, ed a qualche distanza fanno sentire l'odore dell'acido solfidrico, perchè l'acido carbonico dell'atmosfera scompone gl'idrosolfati, mutandoli in carbonati, e mettendo a nudo l'acido solfidrico.

L'acque idrosolfate acidule sono numerose; molte di esse appartengono ai terreni d'origine vulcanica, e contengono dell'acido carbonico libero, ma sempre in piccola quantità, perchè altrimenti scomporrebbero gli idrosolfati, nel qual caso l'acqua non potrebbe contenere che i carbonati e l'acido solfidrico libero.

V. *Acque bromate e jodurate.* — Questa classe sarebbe da dividersi in tre sezioni, cioè:

a) *acque jodo-bromate saline,* quando i due cloroidei si trovano combinati, allo stato salino, coi metalli alcalini, alcalino-terrosi e terrosi;

b) *jodo-bromate acidule,* allorchè contengono dei carbonati aciduli, od anche dell'acido carbonico libero; in fine

c) *jodo-bromate solforose,* quando contengono dell'acido solfidrico libero.

È d'avvertire che, ove trovasi presente il bromo e il jodio, avvi pur sempre il cloro, e dove avvi quest'ultimo, vi sono sempre tracce dei primi.

VI. *Acque acide.* — Le acque acide non sono adoperate dalla medicina; esse si trovano nelle vicinanze dei vulcani in attività; i loro acidi sono il solforico ed il cloridrico, come già accennammo; talvolta contengono il solfato d'allumina.

*Classificazione delle acque minerali secondo l'*Annuario francese.

Vedemmo nei cenni d'idrologia geologica, coi quali esordimmo questi studj, che gli acidi del solfo, del cloro e del carbonio sono i reattivi più energici ch'ebbero ed hanno parte attivissima nei fenomeni naturali, sì nelle epoche geologiche antiche, sì nelle moderne, come tuttora avviene. Vedemmo pure, che le basi che accompagnano nelle acque gli acidi, e costituiscono i sali, sono generate o poste a nudo dall'azione degli stessi acidi sui minerali costituenti la crosta terrestre; questi acidi associati all'acqua decompongono o disciolgono, nel loro tragitto sotterraneo, le materie saline che incontrano.

Da questa genesi dei sali ne segue, che la chimica distinzione delle acque minerali dev'essere presa dall'elemento acido in esse dominante. Dall'adozione di questo principio emergono tre grandi divisioni o classi delle acque minerali, secondo che l'acido dominante proviene dal carbonio, dal solfo, ovvero dal cloro, vale a dire, secondo che i sali esistenti nell'acqua sono carbonati, solfati, solfuri od idrosolfati; ovvero cloruri, joduri, bromuri, cloridrati, ec. ec.

Quando si prendono le classi delle acque minerali dall'elemento acido dominante, gli ordini o le loro divisioni vanno desunte dalla base predominante alcalina, alcalino-terrosa, terrosa o metallica, vale a dire dalla soda, dalla calce, dalla magnesia o dall'ossido ferroso; quest'ultimo si trova sovente associato, in piccolissima quantità, sì all'una che all'altra delle basi alcalino-terrose, cosicchè dalla presenza di esso si possono stabilire delle sezioni d'un ordine corrispondente. L'acido carbonico può da solo costituire delle suddivisioni, secondo che si trova nell'acqua in tal eccesso da sprigionarsi da essa in bollicine gasose, e renderla spumeggiante; ovvero da non presentare questo fenomeno.

Avvertimmo più sopra, che le basi alcalino-terrose e l'ossido ferroso non si trovano disciolti nelle acque minerali che allo stato di bicarbonati, vale a dire dall'eccesso dell'acido carbonico presente; è quindi naturale l'ammettere, che tutte le acque nelle quali predominano i bicarbonati, siano state in origine acidule; cioè, che l'acido carbonico si trovasse in esse in eccesso, e quindi in parte allo stato libero; ma se tali acque, anche alla loro scaturigine, non contengono punto d'acido carbonico libero, ciò dipende o dall'averlo perduto nel tragitto sotterraneo, o dall'essersi saturato o neutralizzato colle basi cui venne a contatto.

L'acque minerali nelle singole classi vanno naturalmente divise in fredde ed in termali. Quasi tutte le fonti alcaline sono termali, mentre le calcari sono fredde. Quest'ultime, in generale, non vengono riguardate come minerali, se non quando sono ferruginose.

La prima classe delle acque minerali è costituita da quelle nelle quali predomina l'acido carbonico; la seconda, da quelle che hanno per elemento mineralizzatore una combinazione del solfo, cioè un elemento elettro-negativo.

In questa classe sembrerebbe naturale il separare l'acque che contengono un solfuro, da quelle che contengono solamente solfati. Ma una tale divisione non può ritenersi dopo i preziosi lavori d'Anglada sulle acque dei Pirenei orientali (1), coi quali egli dimostrò,

(1) *Traité des eaux minérales et des établissements thermaux du département des Pyrenées Orientales.* Part. I. Paris, 1833.

che fra le prime ed alcune delle seconde non avvi che un insensibile passaggio, e che l'azione dell'aria atmosferica basta a determinare la compiuta mutazione del solfuro alcalino in solfato sodico, mercè l'ossidazione del solfo e del sodio.

Sembra pure probabilissimo, che la costituzione dell'elemento solforato d'alcune acque solforose fredde possa dipendere da un risultato posteriore, devoluto all'azione delle materie organiche idrogenate sul solfato calcico o terroso, il cui idrogeno nascente avrebbe deossidato il solfo e l'ossido calcico, e generato acqua solfuro-calcica; infatti l'analisi di molte acque solforose fredde dimostrò la presenza di rilevante quantità di solfati terrosi. Dietro tali osservazioni sarebbe erroneo collocare in due distinte classi acque che hanno la stessa genesi, e che non sono se non una metamorfosi delle une nelle altre.

In questa classe, come nella precedente, la principale divisione è presa dalla predominanza della base alcalina o terrosa, le quali basi costituiscono sempre l'essenziale differenza di composizione e d'origine. Le sorgenti nelle quali predomina la base alcalina, cioè la soda, contengono quasi soltanto dei solfuri, e costituiscono le vere sorgenti solforose; sono tutte termali, ed hanno in esse tutte le condizioni da riguardarle come tali; cioè, l'esistenza contemporanea del sodio e dell'acido solfidrico, e l'elevata temperatura. Sembra che finora non siasi rinvenuta una sorgente solfosodica che non presenti questi caratteri, che in origine non sia stata termale, e che non conservi tracce dell'elemento solforoso, come l'odore più o meno forte d'acido solfidrico, proprio delle sorgenti solforose fredde; per altro, anche alcune di queste contengono notevole quantità di solfato sodico, e nessuna traccia di solfuro sodico.

All'opposto, fra le sorgenti in cui la base calcare predomina, e le quali sono quasi tutte fredde, se alcuna offre il solfuro calcico, quest'è il prodotto d'una reazione inversa da quella che cangia il solfuro sodico in solfato sodico; giacchè proviene invece dalla riduzione o deossidazione del solfato calcico, che, come avvertimmo più sopra, è mutato in solfuro calcico. Perciò nella classificazione delle sorgenti alcaline hanno dovuto precedere i solfuri ai solfati, mentre all'opposto in quelle delle sorgenti calcari si è dovuto seguire l'ordine inverso, facendo precedere i solfati ai solfuri.

Altro carattere, pressochè comune alle acque sodiche termali solforose, e che non presentano l'acque calcari solforose, è la presenza d'una discreta quantità d'acido silicico e di bicarbonato sodico; tale circostanza sembra legata alla condizione geologica delle fonti.

Il solfato magnesico, avendo proprietà chimiche diversissime da quelle del solfato calcico, era naturale lo stabilire una terza suddivisione, ove collocare l'acque che hanno questo sale per principio dominante.

Si può anche stabilire una quarta suddivisione. Vedemmo che, nella classe delle acque carbonate, il ferro, quantunque in esile proporzione e sotto aspetto puramente chimico, costituisce non pertanto una serie d'acque a parte. Nella classe di cui ci occupiamo, si hanno alcune acque, che, benchè poco numerose e non adoperate dalla medicina, tuttavia meritano un luogo proprio. Tali sono quelle che scolano dalle gallerie delle miniere piritose, che contengono rilevante quantità di solfato ferroso e di solfato di protossido di manganese, e qualche volta dell'acido solforico libero. Esse costituiscono l'acque marziali solfate, già conosciute sotto il nome d'*acque vitrioliche*.

La terza classe delle acque minerali comprende quelle mineralizzate dai sali dei cloroidei, e specialmente dai cloruri. Quest'è la classe più semplice e meglio caratterizzata, e non ammette che una sola serie, il cui tipo è l'acqua del mare. Le sue divisioni avrebbersi dovute stabilire sulla natura della base predominante, la quale qui è sempre la soda, quantunque queste acque contengano qualche volta la potassa, e infallantemente la calce e la magnesia, ma ognora però in quantità così piccole, da farle riguardare siccome accidentali. Infatti da tutte le analisi delle fonti clorate finora state istituite, si trovò in esse predominare il cloruro sodico sui cloruri magnesico e calcico; sicchè non si potevano stabilire le divisioni secondarie sulla natura delle basi. Si volle anche distinguerle in termali ed in fredde, secondo la presenza o la mancanza dei joduri e dei bromuri. Ma siccome è probabile che nuove e più diligenti analisi possano appalesare la presenza dei satelliti del cloro, cioè il bromo e il jodio, in tutte le acque di questa classe; allora l'indicata divisione non potrebbesi stabilire che sulle relative proporzioni, rimanendo sempre quella desunta dalla temperatura.

QUADRO DELLA CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE MINERALI

SECONDO L'ELEMENTO CHIMICO IN ESSE DOMINANTE.

- **Acque**
  - **carbonate**
    - a base di soda . . . . . → termali / fredde
    - a base terrea
      - non ferruginose . . . . . → fredde
      - ferruginose . . . . . → fredde
  - **solforate e solfate**
    - a base di soda
      - solforose o solfuree . . . . . → termali
      - solfate solforose degenerate d'Anglada → termali / fredde
    - a base di calce
      - solfate semplici . . . . . → termali / fredde
      - solfate e solforate . . . . . → termali / fredde
    - a base di magnesia solfate . . . . . → termali / fredde
    - a base d'ossido ferroso . . . . . → tutte fredde
  - **clorate**
    - a base di soda
      - semplici . . . . . → termali / fredde
      - jodurate e bromate . . . . . → termali / fredde

CAPITOLO III.

LE ACQUE MINERALI CONSIDERATE SOTTO IL RAPPORTO DEGLI USI MEDICINALI.

§ 1.° *Cenni istorici.*

L'acque minerali, che la natura diffuse liberalissimamente sulla superficie della terra, e che non fu avara pel nostro paese, vennero utilizzate sino dalla più lontana antichità, non solo come sussidio igienico, ma anche quale strumento terapeutico. La storia ed i monumenti antichi, dei quali ammiriamo gli avanzi, ricordano l'importanza attribuita alle terme sì dai Greci che dai Romani.

Dall'epoca più remota della storia delle acque minerali, la medicina non cessò dal ricorrere alle loro sorgenti nella cura delle malattie, e specialmente delle croniche. Questa concorrenza e questa stima delle fonti minerali fu sempre in rapporto diretto coll'incivilimento delle nazioni; cosicchè la frequenza alle sorgenti minerali non fu mai sì attiva come nell'antica civiltà; fenomeno che vediamo ripetersi nella moderna.

In vero a' dì nostri l'acque minerali acquistarono somma importanza, il loro studio prese un nuovo impulso, dapertutto vennero esplorate ed analizzate, e se ne scoprirono delle nuove, che presero parte nella concorrenza colle antiche, le quali si sottoposero a nuovi studj, onde meglio conoscerne le sostanze mineralizzatrici, apprezzarne la natura, e verificarne gli effetti salutari; infine, in tutti gli stabilimenti di questo genere s'introdussero importantissime ed utilissime riforme. La frequenza alle fonti minerali non fu mai così attiva come al presente; essa è, per così dire, un bisogno dei più sentiti della nostra epoca. Il convegno alle fonti ha un'influenza salutare anche pel prestigio di siffatte riunioni.

§ 2.° *Dell'efficacia delle acque minerali, e delle loro alterazioni.*

La cura delle acque minerali alle fonti è, fra tutti i sussidj della medicina, il migliore ed il più proprio ad operare tutte le rivoluzioni sul fisico e sul morale, necessarie e possibili nelle malattie croniche (1). Nullameno l'efficacia delle acque minerali è certamente subordinata alla natura dei mineralizzatori, alle proporzioni loro, ed alla temperatura. Ma se la natura degl'ingredienti, le loro proporzioni, e la temperatura avranno sofferte importanti modificazioni al momento in cui se ne fa uso, cessando d'essere tali, quali l'analisi li rinvenne, allora si troverebbe in errore colui che attribuisse gli effetti ottenuti alla composizione dell'acqua, considerandola quale l'analisi l'aveva dimostrata.

A questo proposito Anglada adduce le alterazioni a cui vanno soggette le acque solforose termali dei Pirenei orientali, le quali, siccome possono aver luogo in molte altre fonti, crediamo utile di qui riferirle. Il nostro autore suppone che siasi analizzata alla

(1) Bordeu, *OEuvres complètes.* T. II, pag. 806.

polla un'acqua minerale solforosa, e siasi rinvenuta ricca di tutti i materiali di cui la natura la poteva dotare, e la temperatura siasi offerta dai 50 ai 60° di Réaumur. Il calore essendo troppo elevato, è necessario un infreddamento, ma questo operandosi a contatto dell'aria, l'elemento solforoso infievolisce, e può anche interamente scomparire.

Le alterazioni cui vanno soggette molte acque minerali, devono impegnare i chimici ad indagarne le cause, ed a studiare i modi di prevenirle. Questi studj condurranno inoltre a prendere le precauzioni convenienti, perchè l'acque minerali termali che si trasportano, possano essere recate alla temperatura richiesta dalla pratica, sia pel riscaldamento, sia per l'infreddamento, senza che i componenti, in cui stanno le loro proprietà, siano esposti a dissiparsi, o ad alterarsi, ovvero a cangiare di natura in modo grave, e tale da modificare l'azione medicinale della minerale.

§ 3.° *Dei metodi di valutare le virtù o l'efficacia delle acque minerali.*

Anglada propone tre metodi, allo scopo d'apprezzare le virtù medicinali delle acque minerali, e stabilisce l'indicazione dei loro usi. Si ha tanta maggiore certezza del buon risultato, in quanto s'accordano insieme tutti e tre nelle conclusioni.

Il primo, che, secondo l'autore, si può chiamare *metodo teorico*, consiste nel valutare *a priori* le virtù medicinali, prendendo per guida i dati ottenuti dall'analisi, vale a dire, deducendole dalla costituzione chimica delle acque stesse, e quindi dalle proprietà medicinali dei loro mineralizzatori, in modo che conoscendo la composizione d'un'acqua minerale, si intravedono già in gran parte le applicazioni terapeutiche delle quali può essere suscettibile.

Il secondo, che dicesi *metodo esperimentale*, si limita a giudicare delle virtù medicinali d'un'acqua minerale *a posteriori*, vale a dire riportandosi all'osservazione degli effetti ottenuti nel trattamento di varie malattie. Esso suppone l'applicazione unicamente suggerita dal caso, o tentata da un felice empirismo; e richiede applicazioni in copia sufficiente per poter conoscere quali malattie si sono potute combattere, quali effetti terapeutici si siano ottenuti, e quali infermità si siano vinte.

Il terzo infine, o il *metodo analogico*, è stabilito sopra i rapporti d'analogia della natura delle acque minerali, che si possono verificare fra la sorgente della quale si vogliano apprezzare le proprietà medicinali o stabilire il modo d'influenza, con altre fonti ben conosciute, sì per gli effetti salutari, che per la chimica composizione.

Quando si tratta di studiare l'uso medicinale d'una sorgente, vi sono certe condizioni, le quali non devono essere giammai perdute di vista; le più importanti sono le seguenti:

1.ª Conoscere bastevolmente le diverse condizioni della natura, alle quali possa attribuirsi qualche influenza.

2.ª Indagare se avvi qualche altra sorgente, il cui credito medicinale sia bene stabilito, che presenti la stessa chimica costituzione, e permetta inferire un' efficacia analoga.

3.ª L'esperienza deve legittimare le vedute teoriche e le considerazioni d'analogia, mercè numerose esperienze.

4.ª Queste osservazioni devono essere svariatissime, onde scorgere, frammezzo anche alle stesse diversità dei risultati, ciò che avvi di costante e di variabile nel modo d'azione,

e così divenga possibile distinguere ciò che si può chiamare *effetto primitivo, immediato* o *fondamentale* del medicamento, dal suo *effetto secondario* o curativo.

5.ª Lo stato patologico contro il quale le acque minerali sono adoperate, dev'essere meno fissato dal carattere nominale della malattia, che dalla determinazione precisa del genere d'indicazione ch'essa offre a compiere; solo mezzo di limitare sempre più l'influenza dell'empirismo.

6.ª Finalmente, le condizioni influenti, che possono concorrere colla natura delle acque alla produzione degli effetti salutari, come la temperatura, il modo d'amministrazione, ec. ec., devono essere apprezzati, in maniera che sia possibile attribuire a ciascuna di esse la parte che ebbero nell'effetto comune.

La determinazione delle virtù medicinali delle acque minerali è un problema dei più complicati della medicina, cosicchè non è a meravigliarsi se la sua soluzione lascia ancora molto a desiderare, essendo sì numerose le circostanze che possono modificare i risultati; basta infatti ch'una di esse si cangi, perchè gli effetti che ne risultano siano mutati.

Nel trattamento delle numerosissime affezioni croniche, alla cura delle quali si può valersi con speranza d'un esito felice delle acque minerali, non basta conoscere, mercè d'una diligente analisi, la natura e le proporzioni dei materiali attivi, le loro combinazioni, l'azione propria del liquido acqueo, la temperatura, il modo d'amministrazione, sia come bevanda, sia come bagno a vapore, a doccia, ec. ec.; quanto si riferisce alla specie di malattia, alle cause, alle sue modificazioni, alla durata, ec. ec.; al temperamento dell'ammalato, all'età, alla professione, ec. ec.: ma in oltre bisogna tenere bene a calcolo moltissime circostanze, che, quantunque accessorie, non lasciano d'essere influentissime.

Come si potrebbe trascurare, per esempio, le nuove condizioni in cui trovasi posto l'ammalato? Come non fare intervenire nel calcolo i mutamenti avvenuti nelle sue abitudini, la salubrità del luogo nel quale d'ordinario sono collocate le fonti minerali, i vantaggi d'un esercizio preso in aperta campagna? La giocondità di trovarsi in una società abitualmente intenta a procurarsi occasioni di sollazzo, e per ultimo l'abbandono degli affari, degli studj, e più, dei tristi pensieri?

Nell'estimare le cause esterne capaci di modificare l'efficacia delle acque minerali, devesi riguardare tutto ciò che si riferisce allo stato atmosferico, cioè la temperatura, la sua costanza o la variazione, l'umidità o la secchezza dell'aria, ma sopratutto lo stato elettrico. Questa concatenazione delle cause modificanti valutabili è certamente complicatissima, e atta per sè stessa a modificare gli effetti delle acque minerali; perchè dunque chiamare ancora ad intervenire l'influenza d'altre cause ipotetiche, che l'esperienza deve respingere, quando non siano bastevolmente giustificate, allorchè si tratta di rendere ragione di certe anomalie negli effetti attribuiti alle acque minerali?

In quest'ultima categoria di cause si può collocare quella allegata e sostenuta da alcuni fino a' dì nostri, vogliamo dire la differenza che si è creduto esistere fra il calorico ordinario e quello delle acque termali, e il preteso stato elettrico delle acque minerali.

Da lungo tempo s'introdusse nella scienza l'opinione, che il calorico delle acque termali fosse diverso dal comune, nel qual caso si dovevano ammettere due specie di calorico o di fuoco, come inclinava a credere Bordeu. Questa differenza sarebbe stata

rilevante, perchè l'acqua calda della natura si comporterebbe ben altrimenti delle acque riscaldate coi mezzi ordinarj, sia nell'infreddamento, sia nel riscaldamento, sia infine nell'impressione sul corpo umano.

Qualunque sia il credito acquistato da siffatta opinione, sì dal tempo e sì dagli autori che la sostennero, avvi però una testimonianza in contrario, alla quale non è dato il resistere; quest'è l'esperienza. Anglada si occupò a chiarire questo punto di dottrina idrologica con una serie d'esperienze, riferite nella sua Memoria, *De la chaleur des eaux termales*, dalle quali emerge che tale opinione non regge alla prova dei fatti.

Qualche medico osservò, che nei tempi procellosi il ribollimento d'alcune fonti minerali si fa più vivo, e che allora l'impressione della minerale che ne risentivano gli ammalati riusciva più energica; da questo fatto conclusero, doversi ciò attribuire all'elettricità che le correnti delle acque minerali esportano dal seno del globo in più grande abbondanza. Ammettendo che tali fenomeni siano incontestabili, nullameno si possono assegnare loro delle cause meno ipotetiche ed efficacissime. La prima sarebbe il repentino cangiamento sopravvenuto nella pressione atmosferica, la quale può far variare la forza espansiva dei fluidi elastici stagnanti nelle acque minerali. La seconda sarebbe l'accumulazione dell'elettricità nell'atmosfera, la quale è capace d'esaltare l'eretismo nervoso, e per conseguenza di determinare nel sistema vivente un'attitudine più energica a sentire l'impressione eccitante determinata dall'acqua.

L'esperienza insegna, che nel corso d'una stagione estiva caldissima, feconda di temporali, alcune acque minerali agiscono sulla comune degli ammalati più energicamente che nelle stagioni d'un corso ordinario. Per rinvenire la ragione di queste differenze bisognerebbe ricorrere a dei cangiamenti nella chimica costituzione delle acque, ad un nuovo modo di combinazione degl'imponderabili, calorico ed elettrico, esistenti nella minerale, come taluni opinavano; ma così facendo non si ricade nelle ipotesi? Non sarebbe allora più ragionevole l'attribuire tali differenze d'effetti a certe modificazioni, indotte nella sensibilità degli ammalati dalla predominanza d'una data costituzione atmosferica?

È osservazione comune dei medici, che l'azione dei medicamenti anche più comuni riesce più intensa in circostanze analoghe. Quanto avvertimmo non è per negare che l'influenza dell'elettricità non si possa verificare dall'interiore della terra alla superficie, mercè delle correnti delle acque; ma solamente per mostrare che, fino a tanto che ciò non venga avverato dall'esperienza, non può servire a rendere ragione di certe maniere d'efficacia delle acque specialmente termali; e che il prendere per punto d'appoggio un'ipotesi, non serve, per lo più, che a divagare l'attenzione e ad indebolire agli occhi dell'osservatore l'importanza delle cause reali ed apprezzabili.

La causa veramente influente, atta a modificare ed a aumentare l'efficacia delle acque minerali e che dev'essere calcolata, è la condizione speciale delle varie temperature alle quali le fonti si possono presentare. Infatti, l'acqua comune, riguardata siccome agente terapeutico, a date temperature produce svariatissimi effetti, in modo da supplire moltissimi medicamenti efficacissimi; ondechè l'arte medica non ha, sotto tal rapporto, altra sostanza, che possa pareggiare nelle prerogative salutari all'acqua, capace di assumere le proprietà e le virtù di tutti i medicamenti, da essa ottenendosi effetti emollienti, temperanti, stupefacenti, rubefacenti, escarotici, sudoriferi, ec. ec.

Per metamorfozzare l'azione dell'acqua basta variare la sua temperatura, usandola fredda, allo stato di ghiaccio, tiepida, o a gradi più o meno elevati. Le differenze delle temperature sono così potenti per sè stesse, da cangiare il modo d'azione delle acque termali; perchè il diverso grado di calore è capace di modificare gli effetti delle sostanze mineralizzatrici. L'esperienza dimostra che i principj solforosi, gli alcali, i cloruri, i bromuri e gli joduri agiscono più energicamente quando il calorico ha portati gli organi ad un particolare stato d'eccitamento, o di sensibilità espansiva.

Quanto fin qui esponemmo deve servire di guida ai medici; ora daremo fine al capitolo ricordando le acque minerali sotto il rapporto delle loro mediche indicazioni.

§ 4.° *L'acque minerali considerate sotto il rapporto delle loro mediche indicazioni.*

1.° Le acque acidule sono in generale riguardate siccome provedute d'un'azione speciale sul sistema gastrico ed encefalico; esse sono adoperate a combattere il languore delle funzioni della digestione, e gl'imbarazzi dei visceri del basso ventre e del fegato in particolare; sono pure suggerite nelle affezioni delle vie orinarie e nelle malattie nervose, ec. ec.

2.° Le acque ferruginose, la più parte acidule, sembrano esercitare sul sistema vascolare un'azione speciale; esse convengono sopratutto nei casi d'amenorrea, di clorosi, di leucorrea, di dispepsia per debolezza, ed in genere sono riguardate come toniche ed astringenti; si osserva ch'esse valgono a costipare ed a tingere in nero gli escrementi, e che il loro abuso può produrre degli inconvenienti più o meno gravi, specialmente nelle donne, alle quali più di frequente vengono amministrate.

3.° Le acque solforose, in particolare le termali e le jodurate, sembrano portare specialmente la loro azione sul sistema linfatico, provocano la traspirazione, sono assorbite ed entrano nel sistema della circolazione, e sono in parte eliminate dalla traspirazione, che rendono d'odore solforoso. Esse sono in generale suggerite contro le eruzioni cutanee, la scrofola, le affezioni del petto e degli organi genitali; la paralisi, i reumi, le malattie delle articolazioni, ec. ec.

4.° Le acque solfate o saline magnesiache sono adoperate come refrigeranti, diuretiche, purgative, secondo il grado della loro forza, e sopratutto sono preconizzate ad abbattere le affezioni degli organi digestivi, le febbri ribelli e le conseguenze loro, le neurosi, ec. ec.

5.° Delle acque clorate, specialmente bromate e jodurate, se ne fa esteso ed utile uso nel trattamento delle affezioni scrofolose, negl'ingorghi delle articolazioni, nel rachitismo, nelle clorosi, nelle malattie nervose, in alcune eruzioni cutanee.

6.° L'acque alcaline o contenenti il carbonato sodico sono suggerite a combattere l'agrezza delle prime vie, i flussi mucosi, la scrofola, i tumori bianchi, le ulceri, la renella, la gotta, ec. ec.

Queste generali indicazioni crediamo bastare al nostro scopo, rimandando il lettore a consultare le opere speciali d'idrologia medica.

Fine del Volume VII.

INDICE

Elenco dei Membri dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti . . . Pag. 5

Belli Giuseppe. — *Pensieri sulla consistenza e sulla densità della crosta solida terrestre, e sopra alcuni fenomeni che vi hanno relazione.* Parte III. Articolo III. . » 49

Codazza Giovanni. — *Sopra alcuni punti relativi all'influenza delle diverse fasi di distribuzione del vapore sull'effetto utile delle ordinarie macchine motrici, e sopratutto delle locomotive* . . . . . » 79

Zambelli Andrea. — *Se gli Arabi del medio evo abbiano avuto qualche influenza sui primordj della moderna letteratura, e segnatamente sui poemi cavallereschi* . . . . . » 97, 263

Balsamo Crivelli. — *Di un nuovo crostaceo della famiglia dei Branchiopodi Fillopodi riscontrato nella provincia pavese* . . . . . » 113

Curioni Giulio. — *Appendice alla sua Memoria sulla successione normale de' diversi membri del terreno triasico in Lombardia* . . . . . » 121

Lombardini Elia. — *Sulle inondazioni avvenute nella Francia in questi ultimi tempi, e sui provedimenti proposti per apportarvi rimedio* . . . . . » 141

Magrini Luigi. — *Metodo facile ed economico di costruire macchine elettriche molto potenti* . . . . . » 249

—— *Sopra alcuni effetti della scarica che danno indizio di trasporto delle molecole dei conduttori* . . . . . » 257

Rossi Francesco. — *La Società latina* . . . . . » 265

Possenti Carlo. — *Sull'edifizio magistrale milanese per la dispensa delle acque d'irrigazione* . . . . . » 345

Frisiani Paolo. — *Nuovi apparati fotometrici* . . . . . » 389

—— *Appendice* (A). *Sulla visione binoculare* . . . . . » 409

—— — (B). *Elioscopj e Fotografia celeste* . . . . . » 411

Ferrario Ottavio. — *Analisi dell'acqua salso-jodurata di Sales* . . . . . » 421

—— *Guida alle analisi delle acque minerali* . . . . . » 439

REGISTRO DELLE TAVOLE.

Balsamo Crivelli. — *Isaura ticinensis*, nuovo crostaceo riscontrato nella provincia pavese. Tavola I . . . . . Pag. 129

Curioni. — Schizzo dei terreni triasici dei dintorni del lago d'Isco. Tav. II . . » 140

Magrini. — Macchina elettrica di nuova costruzione. Tav. III-V . . . . . » 262

Possenti. — Nuovo edifizio di dispensa d'acque. Tav. VI . . . . . » 388

Frisiani. — Nuovi apparati fotometrici. Tav. VI . . . . . » 420

ERRORI					CORREZIONI
Pag. 156	. . . .	linea 26		risultò ivi	risulta ivi
» 163	. . . . .	»	18 e 32	lungezza	lunghezza
» 170	col. 2	»	14	Montrichet	Montricher
» 176	»	. . . . .	8	criblantés	criblantes
» 183	col. 2	. . . .	3	nota finale (N)	nota finale (L)
» 190	»	. . . . .	29	letto d'ejezione	letto di dejezione
» 265	. . . . .	linea	19	(anno di Roma 620-750)	(anni di Roma 620-750)
» 267	. . . . .	»	9	ma a questi periodi, se pure corrispondono	ma questi periodi, se pure vi corrispondono
» *ivi*	nota (2)	»	17	πατηρ	πατήρ
» *ivi*	col. 2	»	24	αξων αμ-αξα	ἄξων ἅμ-αξα
» 268	» (4)	»	ult.	ἀρότρον	ἄροτρον

» 270 » (1) » 4 *si aggiunga:* Cf. anche nell'opera, *Indigenous Races of the Earth.* Philadelphia, 1857, la Memoria di Alfredo Macry, pag. 40.

» 274	» (1)	»	. .	*Origg., lib. II ex Prisciano*, I, V	*Origg. lib. II ex Prisciano*, I, V.
» 276	» (6)	»	. .	*il testo greco si legga così:*	Κτίσει δὲ χώραν ἐν τόποις Βορειγόνων . . . . . . Πύργους τριάκοντ', ἐξαριθμήσας. . . . .
» 277	» (2)	»	5	Ritter, *Geschichte der Philosophie, alter Zeit.*	Ritter, *Geschichte der Philosophie alter Zeit.*
» 281	» (2)	»	4	έθνους	ἔθνους
» 286	» (3)	»	. .	. . . . ἀριστοκρατεῖται δε και τα	ἀριστοκρατεῖται δε και τα
» 297	» (2)	»	2	προς	πρὸς
» *ivi*	»	. . .	» 3	ἐπιτραψασαι	ἐπιτρέψασαι
» *ivi*	» (3)	»	. .	Εἰ μὲν ουν βουλήσονται ἀυτοὺς	Εἰ μὲν οὖν βουλήσονται αὐτοὺς
» 299	» (1)	»	2	πρός	πρὸς
» 301	» . . .	»	20	tra le città greche, che	tra le città greche che
» *ivi*	» . . .	»	21	e che il cittadino	che il cittadino
» 310	» . . .	»	6	Questi, eletto	Questi adunque, verosimilmente a foggia del dittatore albano, eletto
» 314	» . . .	»	29	che appartenesse	che questa città appartenesse
» 326	» . . .	»	25	annientate dal console L. Furio Camillo; Camillo	annientate dal console L. Furio Camillo. Camillo
» 328	» . . .	»	15 e 16	di dipendenza o di servitù; gli altri in quella	di dipendenza o di servitù, gli altri in quella
» 331	» . . .	»	21	di cotesta città	di coteste città
» 335	» (6)	»	7	τον	τὸν
» 337	» . . .	»	18	che non in Roma	che non nella romana
» 338	» . . .	»	24	nell'argomentazione	coll'argomentazione
» 342	» . . .	»	2	diverse convivenze	ultime convivenze
» 389	» lin.	»	24	sorbirefringente	birefringente
» »	» . . .	»	25	gente o fiamma	sorgente o fiamma

OPERE PUBBLICATE
DALL' I. R. ISTITUTO LOMBARDO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VENDIBILI IN MILANO PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA DE' CLASSICI ITALIANI

(*Contr. di S. Margherita*)

I prezzi sono in valuta nuova austriaca e in monete sonanti.

Memorie dell' Istituto Nazionale Italiano. — Bologna, 1806-13, vol. 6 in-4.° con tavole in rame. Fior. n. 21.

Memorie dell' I. R. Istituto del Regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1819-38, vol. 5 in-4.° con tavole in rame. Fior. n. 17. 50.

Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1843, 1846, 1854, 1856, 1859. Vol. 1.°, 2.°, 4.°, 5.°, 6.° e 7.° con tavole in rame e litografate. Fior. n. 31. 50.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti. — Milano, 1841-47. Vol. 1-8 in-8.° Fior. n. 10. 50.

Giornale dell' I. R. Istituto Lombardo e Biblioteca Italiana. Milano, 1852-57. Tomi 3.°, 4.°, 5.°, 6.°, 7.° 8.° e 9.°, in-4.° Fior. n. 33. 80.

Collezione degli Atti delle solenni distribuzioni de' premj d' industria fatte in Milano ed in Venezia dall' anno 1806 al 1857. — Milano-Venezia, 1824-57. Tomo I all' VIII, in-8.° Fior. n. 11. 20.

Breislak Scipione. Descrizione geologica della provincia di Milano. — Milano, 1822, in-8.° con carta topografica. Fior. n. 1. 75.

Rosina Gaetano. Memoria sulle stoviglie fabbricate con terre del regno Lombardo-Veneto. — Milano, 1822, in-8.° Soldi n. 35.

Piola Gabrio. Sull' applicazione dei principj della Meccanica analitica del Lagrange ai principali problemi. — Memoria premiata. — Milano, 1825, in-4.° Soldi n. 88.

— Elogio di Bonaventura Cavalieri, recitato in occasione del VI Congresso scientifico italiano. Con note, postille matematiche, ec. — Milano, 1844, un volume in-4.°, con tavole in rame e litografiche. Soldi n. 70.

Vismara Giuseppe. Della cementazione e della fusione dell' acciajo. — Milano 1825, in-8.°, con una tavola in rame. Soldi n. 35.

Sormani Napoleone Massimiliano. Monografia sulle morti repentine. Memoria premiata. — Milano, 1834, in-8.° Fior. n. 1. 05.

Ferrario Giuseppe. Statistica delle morti improvise, e particolarmente delle morti per apoplessia nella città e nel circondario esterno di Milano dall'anno 1750 al 1834. — Milano. 1834, in-8.° Fior. n. 1. 40.

Stradivari Cesare. Sulla educazione dei bachi da seta e sulla coltivazione dei gelsi. Memoria premiata. — Milano, 1841, in-8.° Soldi n. 70.

Merlini Giovanni. Sulla costruzione dei tetti degli edificj, tanto di genere umile quanto di genere grandioso, inteso l'argomento nel senso scientifico e tecnologico. — Milano, 1842, in-8.° con 4 tavole in rame. Soldi n. 70.

Restelli Francesco. Dell' influenza delle associazioni industriali e commerciali sulla prosperità pubblica, e dei più congrui mezzi per tutelarle. Memoria premiata. — Milano. 1845, in-8.° Soldi n. 70.

Meguscher Francesco. Memoria premiata in risposta al quesito: Additare la migliore e più facile maniera per rimettere i boschi nelle montagne diboschite dell'alta Lombardia, e per conservarli e profittarne. — Milano, 1847, in 8-°, di pag. 414. Fior. 1. 05.

Nava e Selmi. Sul caglio vitellino. Memorie premiate pel concorso Cagnola del 1857. — Milano. in-8.° Soldi n. 70.

Rapporti sulla malattia dell' uva negli anni 1852-56. Fascicoli 5 a Soldi n. 18 cadauno.

Rapporto sull' annata bacologica 1856. Soldi n. 18.

Riassunto dei lavori della Commissione sulla malattia dell' uva. — Milano, 1858. Soldi n. 10.

CONTIENE:

Ferrario padre Ottavio. — Analisi dell'acqua salsojodica di Sales nel Piemonte . . . . . Pag. 421

—— Guida alle analisi delle acque minerali . . . . . » 439

Indice del volume . . . . . » 487

A complemento del volume se ne unisce la *copertina*, il *frontispizio*, e l'*elenco dei membri dell'Istituto*.

Pubblicato il 4 febbrajo 1859.

TIPOGRAFIA BERNARDONI.